BIOLOGISCHE

UNTERSUCHUNGEN

VON

PROF. D:R GUSTAF RETZIUS

NEUE FOLGE

XIV

MIT LXI TAFELN

INHALT

		Seite
1.	Die Spermien der Crustaceen. Taf. I—XVII	1
2.	Zur Kenntnis der Spermien der Insekten. Taf. XVIII—XXIII	55
3.	Die Spermien von Aurelia aurita (L.). Taf. XXIV, Fig. 1—13	67
4.	Die Spermien der Nereiden. Taf. XXIV, Fig. 14—24	69
5.	Die Spermien der Cestoden und der Trematoden. Taf. XXV	71
6.	Die Spermien der Chaetognathen. Taf. XXVI	73
7.	Weiteres zur Kenntnis der Spermien der Bryozoen. Taf. XXIV, Fig. 25—31	75
8.	Die Spermien von Nassa reticulata (L.). Taf. XXIV, Fig. 32—36	77
9.	Zur Kenntnis der Spermien der Elasmobranchier. Taf. XXVII—XXVIII	79
10.	Die Spermien der Vögel. Taf. XXIX—XXXVII	89
11.	Die Spermien von Didelphys. Taf. XXXVIII	123
12.	Die Spermien von Bradypus. Taf. XXXIX, Fig. 18—31	127
13.	Die Spermien der Insektivoren. Taf. XXXIX, Fig. 1—17	129
14.	Die Spermien der Nagetiere. Taf. XL—XLVIII, Taf. XLIX, Fig. 13—20	133
15.	Die Spermien der Huftiere. Taf. XLIX, Fig. 1—12, Taf. L—LIII	163
16.	Die Spermien der Waltiere. Taf. LIV	179
17.	Die Spermien der Carnivoren. Taf. LV—LVII	185
18.	Die Spermien der Halbaffen. Taf. LVIII, Fig. 1—16	199
19.	Die Spermien der Affen. Taf. LVIII, Fig. 17—30, Taf. LIX	201
20.	Die Spermien des Menschen. Taf. LX—LXI	205
21.	Kurzer Rückblick auf die Spermien der Säugetiere	217

STOCKHOLM
GEDRUCKT IN
AFTONBLADETS DRUCKEREI
1909

JENA
VERLAG VON
GUSTAV FISCHER

Herausgegeben d. 7. April 1909

Aug. 5

To the Library of the Smithsonian Institution

from the Author

BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

NEUE FOLGE

XIV.

f QH
9
R44
1890
v.14
NH

BIOLOGISCHE

UNTERSUCHUNGEN

VON

PROF. D:R GUSTAF RETZIUS

NEUE FOLGE

XIV.

MIT LXI TAFELN

STOCKHOLM
GEDRUCKT IN
AFTONBLADETS DRUCKEREI
1909

JENA
VERLAG VON
GUSTAV FISCHER

SMITHSONIAN LIBRARIES
Smithsonian Institution, AUG 12 1909 207569 National Museum.
LIBRARY OF CONGRESS 196602 JUL 1909 SMITHSONIAN DEPOSIT. CANCELED

DEM AUSGEZEICHNETEN BIOLOGEN

HERRN GEHEIMRAT PROFESSOR DR

OSCAR HERTWIG

ZU SEINEM SECHSIGSTEN GEBURTSTAG

IN FREUNDSCHAFTLICHER VEREHRUNG

GEWIDMET

VORWORT.

Wenn ich nun den 14. Band meiner Biologischen Untersuchungen veröffentliche, ist es hier im Anfang des Bandes am Platze, einige Bemerkungen über den Inhalt desselben vorauszuschicken.

Wie das Inhaltsverzeichnis angibt, finden sich diesmal nur Mitteilungen über Spermien, teils aus dem Evertebraten-, teils aber aus dem Vertebratenreich, auch über diejenigen der Primaten. Es ist von Anfang an meine Absicht gewesen, in diesem Bande auch eine Anzahl anderer Gegenstände, v. a. aus dem neurologischen Gebiete, zu behandeln. Da aber die Darstellung meiner Spermienstudien einen solchen Umfang angenommen hat, wurde ich zuletzt gezwungen, von der Publikation der übrigen Aufsätze diesmal abzustehen.

Was nun die hier veröffentlichten Mitteilungen über Spermien betrifft, so sind zwar die Gebiete, welche sie berühren, z. T. schon vorher von hervorragenden Forschern eingehender behandelt worden, als einige der von mir früher durchgearbeiteten. V. a. waren die Spermien der *Insekten*, *Vögel* und *Säugetiere* von einem so scharfsichtigen und umsichtigen Fachman wie Emil Ballowitz längst der Gegenstand umfassender Untersuchungen gewesen. Vor ihm hatten schon andere, ebenfalls sehr bewährte Histologen, wie Schweigger-Seidel, Jensen, v. Brunn u. a. auf zwei von diesen Gebieten mit Erfolg gearbeitet. Es lag für mich also keine grosse Hoffnung vor, hier viel neues zu finden. Ich fühlte aber einen besonderen Drang, durch eigene Studien auf diesen Gebieten eine eingehende Kenntnis von den Formen und dem Bau der Spermien dieser grossen Tierklassen zu erhalten. Ausserdem lag es mir ob, auch auf dem schon ziemlich viel bearbeiteten Gebiete der Spermien der *Krustaceen* eine persönliche Einsicht zu gewinnen. Die Ergebnisse dieser Studien sind nun hier veröffentlicht. Wie es leider so oft bei derartigen umfassenderen und übersichtlichen Arbeiten geschieht, stiess ich auch hier manchmal auf die Schwierigkeiten, das gewünschte Material nicht bekommen zu können. Ich nahm nach verschiedenen Richtungen Reisen vor, um die gesuchten Tiere einzuholen und kaufte von Tierhändlern eine Anzahl derselben. Es zeigte sich aber gar zu oft, wie schwierig es ist, im voraus zu berechnen, dass man die betreffenden Tiere in dem richtigen, zuchtfähigen Alter und zu der passenden Jahreszeit bekommt. In den Menagerien und Tiergärten verändern sich auch die Lebensverhältnisse der Tiere sehr oft, so dass die Spermienproduktion stark reduziert oder sogar ganz gehemmt wird. Es ist infolgedessen stets am besten, die betreffenden Tiere direkt aus der Natur zu gewinnen. Dies ist aber oft keine leicht zu bewältigende Aufgabe. Manches, was man am liebsten zu gewinnen wünscht, bekommt man nicht, oder auch in einem schon so verfaulten Zustand, dass sich ganz sichere Schlüsse nicht ziehen lassen. Man muss deshalb nicht selten von dem am meisten gewünschten Material abstehen und die im geeigneten Zustand zu erhaltenden Vertreter der fraglichen Gruppen um so genauer untersuchen. Durch die gütige Beihülfe mehrerer Freunde und Kollegen und Vorsteher von Institutionen ist es mir indessen gelungen, eine Anzahl von Repräsentanten der betreffenden Tiergruppen zu bekommen, die ich mir in anderer Weise nicht zu verschaffen vermocht hätte. Ich statte hier ganz besonders den Herren Intendanten am K. Reichsmuseum in Stockholm Prof. Hjalmar Théel, Einar Lönnberg und Alfred Nathorst, sowie auch dem Herrn Intendanten am Tiergarten Skansen Alarik Behm, und dem Vorsteher der Zoologischen Station der K. schwed. Akademie der Wissenschaften in Kristineberg in Bohuslän Herrn Hj. Östergren meinen verbindlichsten Dank für alles Material, welches sie mir freundschaftlichst verschafft haben, ab. Ebenfalls danke ich dem Herrn Professor Hans Wallengren in Lund und dem Forstmeister Herrn Wilhelm Ekman in Korsnäs für die Mühe, die sie sich machten, mir einige für meine Zwecke wichtige Vögel zu verschaffen, obwohl es doch

nicht gelang, das dafür geeignete Material zu erhalten[1]). Ferner spreche ich dem Herrn Lic. Phil. E. Mjöberg meinen herzlichen Dank aus für alle die Repräsentanten aus dem Insektenreich, die er für mich eingesammelt und bestimmt hat, und dem Herrn Intendant Professor Yngve Sjöstedt ebenfalls für gütige Beihülfe bei der Bestimmung mehrerer Insekten. Ganz besonders bin ich auch dem Herrn Professor Dr. A. W. Müller in Greifswald für die Liebenswürdigkeit verbunden, mit welcher er mir bei der Bestimmung der von mir untersuchten Ostrakoden geholfen hat; ferner auch dem Herrn Dozenten der Zoologie in Uppsala Dr. Sven Ekman, welcher mir gütigst bei der Bestimmung der Copepoden und einiger Süsswasser-Ostrakoden Hülfe geleistet hat. Schliesslich bin ich auch dem Herrn C. Hagenbeck dankbar für die Sorgfalt, mit welcher er mir für meine Zwecke geeignete Tiere auswählte und überliess.

Was nun ferner die Behandlung des umfassenden Stoffes betrifft, so habe ich mich, wie immer, bemüht, den Vorgängern auf den Gebieten möglichst gerecht zu sein und ihre wichtigeren betreffenden Angaben anzuführen und hervorzuheben. Leider ist es aber in solchen Fällen, wie diesen, fast unmöglich, zu wissen, wo alle die fraglichen Angaben stecken, indem sie nicht selten in Abhandlungen und Monographien über den Bau einzelner Tiergenera oder Species vorkommen; solche Angaben und Befunde sind aber grösstenteils von relativ geringem Interesse, weil sie sehr oft nur gelegentlich und ohne die Fachkenntnisse auf dem Gebiete der Spermiologie, sowie ohne die moderne mikroskopische Technik gewonnen sind. Man hat deshalb von derartigen Darstellungen in Wort und Bild nur mehr ausnahmsweise wirklichen Nutzen.

Was nun *meine eigenen vorliegenden Untersuchungen* betrifft, so sind sie nach demselben Plane, wie die vorigen in dieser Schriftserie veröffentlichten, ausgeführt worden. Sie haben also den Zweck gehabt, die Formverschiedenheiten und den feineren Bau der reifen Spermien der verschiedenen Tierklassen kennen zu lernen; der Zweck ist demnach v. a. ein morphologischer, wie bei den Untersuchungen von Kölliker, Schweigger-Seidel, Jensen, Fürst und v. a. von Ballowitz. Dieser Zweck beabsichtigt u. a., so weit es möglich ist, auch die phylogenetischen Verhältnisse zu eruieren, um dadurch einen Beitrag zur Kenntnis der Verwandtschaften der Tiere und Tiergruppen zu gewinnen. Es zeigt sich nämlich, wie schon Rudolph Wagner annahm, im allgemeinen, dass Tiere, welche sicher miteinander nahe verwandt sind, auch einander ähnliche Spermienformen haben, während Tiere, die im Systeme ferner voneinander stehen, in Betreff der Spermien um so viel mehr differieren, je mehr sie voneinander getrennt sind. Zwar können Ausnahmen von dieser Regel vorkommen, indem bei einzelnen Tiergruppen, Genera und Arten ein Rückschlag auf primitive Formen eingetreten sein kann. In gewissen Tierordnungen kann man in den Tat bei den niedriger stehenden Genera ganz primitive Spermienformen finden, welche Typen zeigen, die denen von zwei oder mehr Ordnungen gemeinsam oder wenigstens sehr ähnlich sind, wie dies z. B. bei den Polychäten und anderen Würmern einerseits und den niederen Mollusken (Lamellibranchiern und niederen Gastropoden) andererseits der Fall ist, wonach bei den höher stehenden Genera eine bedeutende Differenziation oder Spezialisation, wie dies in auffallender Weise bei den Gastropoden eingetroffen ist, sich nachweisen lässt. Ich beabsichtigte nun, diese Befunde auch bei anderen Klassen und Ordnungen, v. a. bei den Krustaceen und Insekten nachweisen zu können. Bei den mir zugänglichen Repräsentanten derselben gelang mir dies aber nicht, oder wenigstens in einem nur geringen Grade; hierdurch ist aber jedenfalls die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass eine fortgesetzte Forschung in dem kolossalen Insektenreich, v. a. wenn man ganz niedrig stehende Formen noch anzutreffen vermag, in dieser Hinsicht glücklicher ausfallen kann.

Bei den *Krustaceen* haben schon Grobben, Koltzoff u. a. durch umfassende Untersuchungen in dieser Richtung das Problem zu lösen versucht und z. T. auch gute Hinweise gefunden.

Was die *Vögel* betrifft, kennt man bei ihnen seit lange zwei sehr differente Typen von Spermien, einen niedrigeren (primitiveren), echt sauropsiden, dem der Reptilien sehr ähnlichen, und einen sehr spezialisierten, bei den Passeres; hier wäre es nun von besonderem Interesse, die Übergangsformen aufzufinden, und ich habe mich auch damit bemüht; einen derartigen bemerkenswerten Typus habe ich gefunden, es ist aber dies jedenfalls nicht genug, um die grosse Lücke auszufüllen. Hier sind deshalb fortgesetzte Untersuchungen bei anderen, in dieser Hinsicht noch nicht studierten Vögeln sehr wünschenswert.

Bei den *Säugetieren* ist seit lange bekannt, dass unter den *Nagetieren*, bei *Mus musculus* und *Mus norvegicus* (M. decumanus) die Spermien ganz eigentümlich gestaltete, beilförmige Köpfe darbieten, sowie dass beim Meerschweinchen eine andere, ebenfalls stark spezialisierte Form mit grosser, breiter und langer Kopfkappe vorkommt.

[1]) Als ich den vorigen (den XIII.) Band im J. 1905 herausgab, in welchem u. a. auch eine umfassende Abhandlung über die Spermien der Gastropoden veröffentlicht wurde, versäumte ich — wie ich nachher zu meinem Bedauem fand — meinem Freund, den geschickten Conkyliologen Herrn Bureauchef A. d'Ailly in Stockholm für alle mir von ihm gütigst beim Einsammeln und Bestimmen von solchen Tieren gegebene Beihülfe herzlichst zu danken. Ich erlaube mir deshalb, obschon also verspätet, ihm diesen meinen tief gefühlten Dank auszusprechen.

Es war deshalb mein Wunsch, nachzuforschen, ob diese Typen noch bei anderen Vertretern der Nagetierordnung vorkommen. Ich bemühte mich deshalb, aus möglichst vielen Familien dieser Ordnung lebende, voll erwachsene Repräsentanten mir zu verschaffen, aber auch hierbei bin ich auf unerwartete Schwierigkeiten gestossen. Aus allem, was ich erfahren habe, bin ich jedoch zu dem Schlusse gelangt, dass, soweit man bisjetzt kennt, die eigentümliche Beilform des Kopfes nur der Familie Muridae zukommt und hier mehrere Variationen aufweist, während bei den übrigen Nagetieren wenigstens zwei andere Typen herrschen, nämlich der mehr primitive, welcher am primitivsten bei Hystrix, sowie bei den Leporinen und mehreren anderen Familien vorkommt, und der Typus der breitköpfigen Spermien von Cavia, welcher einigen Familien eigen ist.

Ich habe diese Befunde hier angeführt, um hervorzuheben, dass auch bei den höheren Vertebraten interessante Probleme vorliegen, und dass die phylogenetischen Aufgaben durch das Studium der Spermien Beiträge zu ihrem Verständnis gewinnen können. Ganz besonders interessant wäre es, eine Reihe Vertreter der höchsten Ordnung, von derjenigen der *Primaten*, hinsichtlich der Spermienformen eingehender kennen zu lernen. Auch hier habe ich mich vielfach bemüht, das erwünschte Material zu bekommen. Von Halbaffen gelang es mir zuletzt, einen lebenden Lemur, mit Spermien versehen, zu erhalten, nachdem ein vorher eingekaufter getötet, aber zu jung befunden war; ganz dasselbe geschah mit Hapale. Bei einem hier in Stockholm gestorbenen Inuus ecaudatus wurden sowohl reife als unreife Spermien angetroffen. Ein Hylobates, den ich drei Jahre lebend hielt, hatte ebenfalls, als er dann getötet wurde, obwohl nur sparsam, Spermien. Vom Orang, Gorilla und Schimpanzen vermochte ich dagegen, trotz vieler Bemühungen, keine Spermien zu bekommen. Die bei den Tierhändlern zu erhaltenden Exemplare von diesen Tieren waren noch zu jung und die konservierten Hoden, die ich aus Sammlungen der Museen untersuchen konnte, enthielten keine Spermien. Ich erwähne dies alles hier, um zu zeigen, wie schwierig es sich erweist, das nötige Material zu gewinnen. Und gerade auf diesem letzteren Gebiete, dem der Anthropoiden, wäre es von besonderem Interesse gewesen, solches zu erhalten, um die Verhältnisse bei ihnen mit denen beim Menschen eingehend vergleichen zu können.

Ich habe hier nur einige der Aufgaben kurz besprochen, welche die phylogenetischen Probleme berühren, zu deren Lösung eine umfassende und tief eindringende Erforschung der Spermien der Tiere beitragen könnte, und auf welche ich meine Aufmerksamkeit speziell gerichtet hatte.

Das Studium der Spermien hat aber noch andere wichtige Aufgaben. Für die *Zellenlehre* im allgemeinen haben nicht nur der Bau und die Lebenserscheinungen der reifen Spermien eine Bedeutung, die nicht unterschätzt werden mag. Von noch grösserem Wert sind aber für diese Lehre die Untersuchungen der *Spermiogenese* gewesen, und werden es gewiss auch fortwährend bleiben. Die Erscheinungen bei der Teilung und Ausbildung der generativen männlichen Zellen, und ganz besonders das Verhalten der Centralkörper und ihrer Derivate, haben durch die Bemühungen von einer Reihe auf diesem Gebiete bahnbrechender Forscher, wie v. Ebner, v. la Valette St. George, v. Brunn, Flemming, v. Lenhossék, Hermann, Benda, sowie v. a. Meves und auch seiner Schüler, Broman, v. Korff, Duesberg u. a., für die Zellenlehre im ganzen schon bedeutungsvolle Eroberungen geschaffen; und sicherlich ist auf diesem Felde noch viel zu gewinnen, sobald die histologische und experimentelle Technik noch weiter entwickelt wird. Dies geht u. a. schon aus den Ergebnissen der von Benda erfundenen Färbungsmethode hervor, durch welche es ihm, sowie auch Meves und seinen Schülern, gelungen ist, eine besondere Art von Protoplasmakörnern, den sog. Mitochondrien oder Chondriomiten (resp. den Chondriokonten, *Chondriosomen*) von frühen Stadien der Spermazellen bis in die letzten Stadien zu verfolgen. Die Körner, welche v. Brunn schon im J. 1884 in den Spermiden der Ratte und Prenant im J. 1887 in denen der Reptilien entdeckt und unterschieden hatten, gewannen durch die neue Färbungsmethode eine noch erhöhte Bedeutung. In einer ganz kürzlich (24. Okt. 1908) erschienenen, mir während des Druckes dieses Bandes meiner Biologischen Untersuchungen vom Verfasser gütigst zugeschickten Arbeit hat Meves — im Anschluss an Äusserungen von Benda (vom J. 1903) — den fraglichen Körnern und Fäserchen, welche er nunmehr zusammen als Chondriosomen bezeichnet, eine noch höhere Bedeutung angewiesen, indem er sie als Träger erblicher Anlagen aufführt und sie weiter beim Embryo verfolgt.

Über diese hochinteressante Frage und die neuesten sehr wertvollen Untersuchungen von Meves habe ich mich im Schlusskapitel der letzten Abhandlung dieses Bandes etwas ausführlicher geäussert, weshalb ich hier auf dieselben nicht näher eingehe.

Ich kann jedoch nicht umhin zu erwähnen, dass mir auch eine derartige Aufgabe speziell der v. Brunn'schen Körner schon lange vorgeschwebt hat, obwohl ich die eigentlichen Beweise dafür noch nicht zu gewinnen vermochte. In einer Abhandlung, welche schon lange fertig lag, aber erst im I. Bande des zur Sekularfeier der

schwedischen Gesellschaft der Ärzte am 25. Oktober 1908 veröffentlichten Festbandes von der Zeitschrift Hygiea erschien, habe ich bei verschiedenen Tieren, v. a. aus dem Säugetierreich, das Verhalten der v. Brunn'schen Körner verfolgt sowie ihre mutmassliche physiologische Bedeutung hervorgehoben und u. a. dabei folgendes geäussert: »Man ist immer mehr zu der Ansicht gelangt, dass nicht nur der Kern (der Spermienkopf) die erblichen Anlagen enthält, sondern dass auch andere Teile bei der Befruchtung von Bedeutung sind. Vor allem sind die Centralkörper und die Hülle des Verbindungsstücks, welche letztere den sog. Nebenkern enthält, dabei beteiligt. Der Nebenkern entspricht aber besonders der Spiralfaser, resp. den v. Brunn'schen Körnern. Die Substanz dieser Körner hat nach allem, was wir jetzt verstehen können, bei dem Befruchtungsakte eine Rolle zu spielen; es bleibt aber v. a. der experimentellen Methode noch offen, diese wichtige Frage genauer zu beantworten, was natürlich grosse Schwierigkeiten darbietet.»

Ich habe diesen Auszug meiner angeführten Abhandlung hier wiedergegeben, nur um zu erwähnen, dass meine besondere Aufmerksamkeit auf die v. Brunn'schen Körner (resp. die Spiralfaser) und im ganzen auf das Verbindungsstück nicht neueren Datums ist. Gerade um zur Lösung dieses Problems beitragen zu können, fing ich im Sommer 1903 meine Untersuchungen über die Spermien der Evertebraten von neuem an, um das dazu passendste Objekt herauszufinden. Es zeigte sich aber dabei bald, dass es notwendig war, zuerst die morphologische Beschaffenheit der Spermien mancher Evertebraten, v. a. der Würmer und der Mollusken, in weitem Massstabe zu eruieren. Trotz der vielen schönen Arbeiten von Emil Ballowitz und einer Reihe von anderen Forschern, war offenbar auf diesem Gebiete noch manches nicht in hinreichender Weise studiert und erläutert worden. Und so wurde ich während einer Reihe von Jahren in das Studium von dem Bau und den Formen der Spermien der verschiedenen Klassen und Ordnungen der Wirbellosen und dann noch derjenigen der Wirbeltiere hineingezogen und durch dasselbe gefesselt. Die von Anfang an geplanten *biologischen* Untersuchungen über den Befruchtungsprozess und das Verhalten der einzelnen Teile der Spermien bei demselben sowie die erste Entwicklung des Eies wurden in dieser Weise in eine mehr *morphologische* Richtung übergeführt [1]). Dass aber auch die Forschungen in dieser letzteren Richtung, an sich schon interessant, auch als Grundlage für die biologische, und sogar in weiter Umfassung, wichtig sind, wurde mir während der Arbeit immer klarer. Dass hierbei eine Anzahl verschiedener Methoden versucht werden muss, ist ganz natürlich — wenn man nur Zeit und Material in hinreichendem Masse zu Verfügung hat, und zwar sowohl die Untersuchung im frischen als im macerierten und im gehärteten, fixierten Zustande (Osmium-Anilinfarben, Osmium-Karmin, Sublimat-Hämatoxylin etc.). Dass hierbei v. a. wichtig ist, die *Kern*substanz aufzufinden, ist offenbar; ich benutzte hierzu seit lange das Beale'sche Karmin, nach kurzer Osmiumbehandlung; zuweilen, z. B. bei Turbellarien, Cestoden, Trematoden, Chaetognaten, Ostrakoden und Copepoden, geschah dies ohne hinreichenden Erfolg. Und ich bedaure sehr, dass ich dabei nicht auch das Methylgrün anwendete. In einer während des Druckes dieses Bandes erschienenen Abhandlung hat Koltzoff gezeigt, dass der Nachweis des Kernteils hierdurch auch in solchen Fällen gelingt, wo Ballowitz und *mir* dieser Nachweis entgangen ist. Vielleicht würde dann auch in solchen schwierigen Fällen, wie bei den Ostrakoden, wo ich mit dem Beale'schen Karmin die Kernfrage nicht zu entscheiden vermochte, ein derartiger Nachweis gleichwohl möglich sein.

Obwohl also auch auf dem Gebiete der morphologischen Spermiologie noch viel zu eruieren übrig bleibt, hoffe ich doch, im Anschluss an die Arbeiten der bisherigen verehrten Forscher, die genauere Kenntnis von den Formen und dem Bau der tierischen Spermien hier und da eine Strecke weitergeführt zu haben. Um eine genauere Kenntnis der Spermien der verschiedenen Tierarten vorzubereiten, habe ich im allgemeinen auch in diesem Bande, wie in den vorigen, jede Tierart für sich behandelt und nicht eine Anzahl mehr oder weniger verwandter Arten, Genera oder Gruppen zusammen besprochen. Es ist lange meine Absicht gewesen, auch einmal eine durch Abbildungen reichlich erläuterte Übersicht, einen *Atlas der Spermienkunde*, herauszugeben. Noch habe ich jedoch nicht Gelegenheit gehabt, alle Tiergruppen so bearbeiten zu können, wie es mir wünschenswert erschien, z. B. nicht die Spinnen, die Rotiferen und die Nematoden. Mangel an geeignetem Material verhinderte auch mehrmals die gewünschte Vertiefung in die Probleme.

---

[1]) Dies ist mir in der Tat schon einmal früher passiert, nämlich im J. 1881, als ich eine Serie von experimentell biologischen Studien über die Zellenteilung angefangen, z. T. ausgeführt und auch in weiter Ausdehnung geplant hatte, weshalb ich ja gerade, wie ich dann betonte, die von mir herausgegebene Schriftreihe als »Biologische Untersuchungen» bezeichnete. Das Schicksal fügte es auch damals so, dass die biologische Richtung meiner Untersuchungen gehemmt und in die morphologische übergeführt wurde. Die Bezeichnung »Biologische Untersuchungen» wurde gerade deshalb gewählt, um die Einführung von Mitteilungen echt biologischen Inhalts zu motivieren. Ich hebe nun diese Tatsachen hervor, um zu erklären, was ich in diesen Fragen schon längst beabsichtigt habe, obwohl, wie es so oft im Leben geschieht, es infolge von unerwarteten Begebnissen nicht zur Ausführung kam. Seitdem ist nun die experimentelle, echt biologische Richtung in der histologischen Forschung immer mehr emporgewachsen und hat so viele schöne Ernten gezeitigt.

Eine ganz besondere Aufgabe, die ich mir von Anfang an stellte, war *gute Abbildungen* der Spermien in hinreichend starker, so oft es möglich war, gleichmässiger Vergrösserung auszuführen und zu veröffentlichen. In dieser Hinsicht erlaube ich mir hier, meinem Zeichner, Herrn Gustaf Wennman, für seine grosse Ausdauer, sein intelligentes Interesse für die Sache und seine künstlerische Geschicklichkeit, meinen herzlichen und verbindlichen Dank aussprechen. Auch bin ich dem Herrn Chr. Westphal für seine vorzügliche Wiedergabe der Zeichnungen in Lichtdruck sehr verbunden. Nur diejenigen, welche die Arbeit mit der Herausgabe solcher Tafelserien, wie die vorliegende, selbst geprüft haben, können recht verstehen, wie viel ausdauernde Mühe und Umsicht nötig sind, um solche Arbeiten durchzuführen, und zwar sowohl von seiten des Forschers selbst als des Zeichners, des Photographen und des Lichtdruckers. Dem Herrn Dr. Karl Auerbach bin ich für die sorgfältige Revision der Korrekturbogen sehr dankbar. Schliesslich kann ich nicht umhin, auch dem Faktor der Civildruckerei der Aktienges. Aftonbladet, Herrn Emil Holmberg, für alle seine geschickte und gütige Beihülfe beim Druck des Textes, und dies zuweilen unter schwierigen Umständen, meinen besten Dank auszusprechen.

Stockholm, d. 28. Dezember 1908.

Gustaf Retzius.

INHALT.

		Seite
1.	Die Spermien der Crustaceen. Taf. I—XVII	1
2.	Zur Kenntnis der Spermien der Insekten. Taf. XVIII—XXIII	55
3.	Die Spermien von Aurelia aurita (L). Taf. XXIV, Fig. 1—13	67
4.	Die Spermien der Nereiden. Taf. XXIV, Fig. 14—24	69
5.	Die Spermien der Cestoden und der Trematoden. Taf. XXV	71
6.	Die Spermien der Chaetognathen. Taf. XXVI	73
7.	Weiteres zur Kenntnis der Spermien der Bryozoen. Taf. XXIV, Fig. 25—31	75
8.	Die Spermien von Nassa reticulata (L.). Taf. XXIV, Fig. 32—36	77
9.	Zur Kenntnis der Spermien der Elasmobranchier. Taf. XXVII—XXVIII	79
10.	Die Spermien der Vögel. Taf. XXIX—XXXVII	89
11.	Die Spermien von Didelphys. Taf. XXXVIII	123
12.	Die Spermien von Bradypus. Taf. XXXIX, Fig. 18—31	127
13.	Die Spermien der Insektivoren. Taf. XXXIX, Fig. 1—17	129
14.	Die Spermien der Nagetiere. Taf. XL—XLVIII, Taf. XLIX, Fig. 13—20	133
15.	Die Spermien der Huftiere. Taf. XLIX, Fig. 1—12, Taf. L—LIII	163
16.	Die Spermien der Waltiere. Taf. LIV	179
17.	Die Spermien der Carnivoren. Taf. LV—LVII	185
18.	Die Spermien der Halbaffen. Taf. LVIII, Fig. 1—16	199
19.	Die Spermien der Affen. Taf. LVIII, Fig. 17—30, Taf. LIX	201
20.	Die Spermien des Menschen. Taf. LX—LXI	205
21.	Kurzer Rückblick auf die Spermien der Säugetiere	217

1.

Die Spermien der Crustaceen.

Tafel I—XVII.

Über die Spermien der Crustaceen sind schon ziemlich zahlreiche Untersuchungen ausgeführt worden. Vor allem haben diejenigen der Dekapoden wegen ihrer vielen sonderbaren, stark differenzierten Formen und Typen, hin und wieder die Aufmerksamkeit der Anatomen und Zoologen auf sich gezogen. Eine Reihe von Mitteilungen über die Ergebnisse dieser Untersuchungen, und zwar schon aus der Jugendzeit der mikroskopischen Anatomie, liegen deshalb vor. Und noch in der letzten Zeit sind Arbeiten über verschiedene Abteilungen des Crustaceenreichs, v. a. mit Rücksicht auf die Spermiogenese und die Aufklärung der Formgestaltung, erschienen. Es war deshalb keine besondere Aussicht, durch erneuerte Studien auf diesem Gebiete bedeutendere Resultate zu erlangen. Da ich jedoch wünschte, durch eingehendere eigene Studien mir eine persönliche Anschauung auch hier zu verschaffen, versuchte ich während der letzten Jahre hin und wieder, verschiedenen Abteilungen dieser Klasse meine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Leider konnte jedoch auch auf diesem Gebiete keineswegs alles wünschenswerte Material aufgetrieben werden, so dass sich in der Untersuchung nicht unwesentliche Lücken vorfinden. Ich werde jedoch hier über die gewonnenen Ergebnisse kurz berichten und eine Auswahl der während der Studien gemachten Abbildungen veröffentlichen. Eine tiefere Einsicht würde aber v. a. auch hier umfassende spermiogenetische Studien erfordern; da aber solche Studien oft ausserordentlich zeitraubend sind, konnte ich dies nur in geringem Masse ausführen.

Was ich durch meine Studien auf diesem Gebiete v. a. beabsichtigte, war, wenn möglich — wie es mir z. B. bei den Gastropoden teilweise gelungen ist — niedrige, primitive Formen von Spermien zu finden, von denen die höher differenzierten mehr oder weniger deutlich herzuleiten seien, obwohl auch bei jenen die Lücken sich unausfüllbar zeigten. Dies gelang mir aber bei den Crustaceen eigentlich nicht, was vielleicht, wenigstens z. T., davon herrührte, dass in unserer schwedischen Fauna solche niedriger stehende, weniger umgebildete Krebstiere nicht aufzutreiben sind.

Die Spermien der Cladoceren und Copepoden sind zwar sehr einfach und primitiv. Man kann aber aus ihnen kaum die höher differenzierten Spermien der anderen Ordnungen herleiten. Schon die diesen Tieren im Systeme zunächst gestellten Ostracoden weisen in ihren Spermienformen eine sonderbar ausgebildete Differenziation und auch einen ausserordentlichen Formenreichtum auf. Überblickt man die Spermienformen der übrigen Ordnungen der Crustaceen, so findet man im ganzen bei ihnen drei verschiedene, grosse Gruppen, erstens die der Branchiuren und der Cirripedien, zweitens die der Amphipoden, der Isopoden und der Schizopoden und schliesslich drittens die der Dekapoden. Zwischen diesen drei Gruppen von Spermienformen findet man kaum Übergangsformen oder verbindende Glieder.

Da es mir also nicht gelang, hinsichtlich der Phylogenese absehbar weiter zu kommen, als meine Vorgänger, werde ich die Beschreibung der Form- und Strukturverhältnisse im ganzen kurz abfassen und nur in den Fällen, wo ich etwas Neues bringen kann, ausführlicher machen. Dort, wo die Vorgänger schon etwa so weit kamen wie ich, gehe ich im allgemeinen auch nicht auf die geschichtlichen Data näher ein, sondern beschränke mich auf einige kurze Angaben und auf den Hinweis auf meine Tafeln.

A. Die Spermien der Cladoceren.

(Taf. I, Fig. 1—19.)

Hinsichtlich der Spermien der Cladoceren habe ich in der betreff. Litteratur nur sehr wenige zerstreute Angaben gefunden.

Von zwei Repräsentanten gelang es mir, Spermien zu erhalten, nämlich von einem Meeresbewohner, *Podon*, und einem Süsswassertier, *Daphnia*. Bei diesen beiden waren die Spermien äusserst unansehnlich und zeigten keine Struktur, durch welche man ihre Organisation näher zu erkennen vermochte.

a. Podon intermedius Lilj.

(Taf. I, Fig. 16—19.)

Die Spermien von *Podon intermedius* sind sehr klein. Die Fig. 16—19 der Taf. I geben dieselben bei der von mir bei den meisten anderen Spermienformen benutzten Vergrösserung (Zeiss' Ap. Hom. Imm. 2 mm. Ap. 1,30 und Okul. 12 sowie noch dreimal. linear vergrössert) wieder. Mit Osmium, Rosanilin und Kaliacetat behandelt, zeigten sie eine bald etwas kürzere und breitere, bald längere und schmälere elliptische oder Birnenform. In dem dickeren Ende bemerkte man eine hellere Kugel, und in dem schmäleren zugespitzten Ende erkannte man eine sich dunkel färbende, bald rundliche, bald schmale Partie. Ob in der letzteren ein Centralkörper vorliegt, blieb mir unklar; vielleicht entspricht sie dem Nebenkörperorgan; der übrige Teil ist dann als der eigentliche Kern oder Spermienkopf aufzufassen. Durch Behandlung mit Zenker-Heidenhain gelang es mir keine instruktive Färbung zu erhalten; wegen der minimalen Grösse dieser Spermien wird aber ihre Präparation äusserst erschwert, indem dabei die meisten verschwinden.

b. Daphnia pulex De Geer.

(Taf. I, Fig. 1—15.)

Die Spermien von *Daphnia pulex* zeigten sich zwar etwas grösser, als die von Podon, aber auch bei ihnen konnte ich eine erläuternde Organisation nicht entdecken. Im ganzen hatten sie eine ovale Gestalt, die zuweilen mehr in die Länge gezogen war, und auch die Grösse wechselte recht sehr, wie die Figuren zeigen. In ihrem Inneren sah man sowohl nach der Behandlung mit Osmium-Rosanilin und Kaliacetat, als mit Zenker-Heidenhain einen oder mehrere sich dunkel färbende Körper; ihre Bedeutung konnte aber nicht aufgeklärt werden, was ich sehr bedaure, weil dadurch die innere Organisation unklar blieb und nur die äussere Form und die Grösse dieser Spermien eruiert werden konnte.

Von den zu den Cladoceren gewöhnlich geführten Phyllopoden (Apus) gelang es mir nicht, Spermien zur Beschreibung zu erhalten.

B. Die Spermien der Branchyuren.

(Taf. IV, Fig. 12—15.)

Argulus foliaceus L.

Früher wurden die Branchyuren zu den Copepoden geführt. In der letzten Zeit sind sie aber, und wohl mit Recht, von diesen abgetrennt worden.

Von meinem Freunde Herrn Professor Einar Lönnberg erhielt ich vor einigen Jahren das für diese Untersuchungen nötige Material von *Argulus foliaceus* im lebenden Zustande. Diese Tiere hatten reife, bewegliche Spermien, welche sich als lange, fadenförmige, an beiden Enden fein zugespitzte Gebilde zeigten, an denen man keinen Unterschied zwischen Kopf (Kern) und Schwanz nachweisen konnte. Durch Maceration liess sich eine Zusammen-

setzung derselben aus mehreren, gewöhnlich drei, Fasern nachweisen (Taf. IV, Fig. 12); an den noch nicht ganz fertigen Spermien hingen noch einige spindelförmige Protoplasmatropfen, ringsum den Faden, wie dieselbe Fig. 12 an zwei Stellen zeigt. In früheren Stadien bemerkte man grössere solche Protoplasmaklumpen (Fig. 13), und in noch früheren hing am Ende des Fadens ein rundlicher Klumpen, in dem man einen runden Kern und zwei bis drei sich mit Anilinfarben dunkel färbende Gebilde sah, von denen wohl eines dem Nebenkern zu entsprechen scheint (Fig. 14 und 15). Diese Spermien sind indessen so eigentümlich differenziert, dass nur eine eingehende Verfolgung ihrer ganzen Entwicklung von Anfang bis zu Ende, wozu ich keine Gelegenheit hatte, ihren Bau endgültig zu entscheiden vermag. Ich kann also hier nur auf ihre noch rätselhafte Beschaffenheit hinweisen.

C. Die Spermien der Copepoden.

(Taf. I, Fig. 20—28.)

Obwohl im System der Crustaceen die Ostracoden den Cladoceren am nächsten geführt zu werden pflegen, werde ich doch, der Gestalt der Spermien im Allgemeinen wegen, hier die der Copepoden zuerst besprechen. Ich habe zwar die Spermien dieser letzteren Tiere bisher nur bei einem *Paracalanus* und einer *Eurytemora* untersuchen können, wozu noch die ganz abweichenden Spermien eines parasitischen Tieres kommen. Aus den in der monographischen Litteratur über die Copepoden gemachten Angaben findet man indessen, dass die Spermien dieser Tiere nur mehr gelegentlich erwähnt und beschrieben worden sind. Indessen hat schon im Jahre 1854 Zenker [1]) die Spermien von *Cyclops quadricornis* dargestellt. »Ausgebildet sind diese», sagt er, »0,005‴ l., 0,00035‴ d., stabförmig, zweimal herumgedreht und unbeweglich»; er gibt von ihnen auch eine Abbildnug, welche später von anderen Autoren wiedergegeben worden ist.

Spermatophoren hatte aber schon vorher v. Siebold [2]) bei Diaptomus angetroffen und beschrieben, und später haben mehrere Forscher sie gesehen. W. Lilljeborg [3]) fand sie nicht nur bei Diaptomus, sondern auch bei den meisten Arten der Copepoden, und zwar nicht nur an den Weibchen, bei denen 1—6 solche Säcke zu finden waren, sondern auch im Innern der Männchen. Wie v. Siebold, sah er in den häutigen Säcken drei verschiedene Substanzen, eine vordere, am Halse der Spermatophore zunächstliegende, opake, welche aus ovalen, scharf begrenzten Corpuscula besteht (Spermatozoen nach v. Siebold), eine mittlere, dickflüssige, klebrige (Materia glutinosa v. Siebold) und eine hintere (Austreibestoff, Materia expultrix v. Siebold).

a. Paracalanus parvus (Claus.).

(Taf. 1, Fig. 20.)

Bei dem *Paracalanus parvus* fand ich im Juli in unserem westlichen Meere (Gullmarfjorden), wo die Calaniden oft im Plankton massenhaft vorkommen, und zwar in den den Weibchen angehefteten, langen, rohrförmigen Spermatophoren, die Spermien in reichlicher Menge in der Gestalt von äusserst kleinen Körnchen (Fig. 20). Es sind wohl dies die kleinsten tierischen Spermien, die man bisher kennt. Sie nahmen nach Behandlung mit Osmium-Rosanilin und Kaliacetat eine ziemlich starke rötliche Farbe an; mit Beale'schem Karmin färbten sie sich auch. Sie sind meistens mehr oder weniger kugelig, zuweilen ein wenig höckerig. Ihre Grösse wechselt, indem unter den grösseren Körnchen auch noch recht viel kleinere vorkommen, wie die Fig. 20 zeigt. Man könnte zweifelhaft werden, ob nun auch alle die kleineren Körnchen als wirkliche Spermien zu betrachten sind. Eine innere Struktur liess sich indessen weder bei ihnen, noch bei den grösseren erkennen. Alle zeigten dieselben Eigenschaften sowohl hinsichtlich des Lichtbrechungs- als des Färbungsvermögens, und alle Übergangsgrössen waren zu finden. Die grössere Form war jedoch die bei weitem am meisten vorkommende. In Betreff der Struktur mag jedoch hier erwähnt werden, dass in einzelnen, mehr ovalen Körnchen an jedem Ende eine dunklere Stelle

---

[1]) Zenker, *Ueber die Cyclopiden des süssen Wassers.* Wiegmann's Archiv f. Naturgesch., herausg. v. Troschel, 20 Jahrg. 1 Band, 1854.
[2]) Th. v. Siebold, *Über das Begattungsgeschäft des Cyclops castor,* Neueste Schriften der naturforsch. Gesellsch. in Danzig, 3. Band.
[3]) W. Lilljeborg, *De crustaceis ex ordinibus tribus, Cladocera, Ostracoda et Copepoda, in Scania occurrentibus,* Lund 1853.

hervorschimmerte (unten links in der Fig. 20 sieht man ein solches Körnchen); in den mehr kugligen Formen erkennt man aber keine solche Struktur. Im ganzen liess sich also, wie schon erwähnt, in keinerlei Weise eine Organisation nachweisen, was wohl auch mit der ausserordentlichen Kleinheit dieser Spermien zusammenhängt. Mit diesen hier beschriebenen Körnchen waren stets die Spermatophoren gefüllt, weshalb es kaum anders möglich ist, als dass sie die Spermien sind.

b. **Eurytemora velox** (Lillj.).

(Taf. I, Fig. 21—26.)

Ich habe den Inhalt der Spermatophoren, sowohl der aus dem Innern der Männchen, als der an dem Genitalsegmente der Weibchen befestigten, untersucht. Die Gestalt dieser Säckchen sieht man bei schwächerer Vergrösserung (Vér. Obj. 6 und Ocul. 3, eingeschob. Tubus) in den Fig. 21 und 22, und zwar in Fig. 21 vom Männchen, in Fig. 22 vom Weibchen genommen. Es ist interessant zu sehen, wie das vordere schmale Rohrende mit seinen Flügelscheiben seiner Form nach angelegt ist, um genau an der Genitalöffnung des Weibchens zu passen. In Fig. 22 sieht man diese letztere Anpassung. In Fig. 21 hat man ein ganz gefülltes Säckchen, in Fig. 22 ein solches, aus dem das Sperma schon teilweise in das Weibchen entleert worden ist. Bei schwächerer Vergrösserung erkennt man am Spermatophorsäckchen die drei schon von v. Siebold und Lilljeborg erwähnten Abteilungen. Nach genauer Fixirung und bei stärkerer Vergrösserung zeigt sich jedoch, dass eine derartige Verteilung in drei verschiedene Substanzen nicht existiert. Das dem Männchen entnommene Säckchen, welches selbst aus einer strukturlosen, dünnen, durchsichtigen, offenbar chitinösen Haut besteht, enthält einen dasselbe fast vollständig ausfüllenden Cylinder von dicker, klebriger Masse, welche auch in den engen Hals eindringt. Diese Masse zeigt sich bei starker Vergrösserung (Fig. 24 oben, Fig. 26) als körnig zusammengesetzt, indem in einer homogenen Substanz äusserst zahlreiche Körnchen eingestreut liegen; diese Körnchen färben sich in Rosanilin und Karmin nur schwach. In den dem Weibchen entnommenen Spermatophoren findet sich ebenfalls diese Masse, aber in mehr oder weniger reichlicher Menge, indem sie sich von hinten nach vorn durch den Hals des Säckchens in den Körper des Weibchens allmählich entleert; deshalb trifft man oft das hintere blinde Ende des Säckchens mehr oder weniger leer und nur von einer Art Flüssigkeit gefüllt. Zuletzt entleert sich in dieser Weise das ganze Säckchen; solche leere Säckchen sind nicht selten noch an den Weibchen befestigt zu finden.

An der inneren Wand der Spermatophorsäckchen findet sich aber noch eine Art eigentümlicher Gebilde. An den dem Männchen entnommenen Säckchen (Fig. 21) erkennt man schon bei schwächerer Vergrösserung dunkle ovale oder rundliche Scheibchen zerstreut liegend; nach vorn, gegen den Hals hin, liegen sie dichter, aber nie ganz gedrängt. An den dem Weibchen anhängenden Säckchen (Fig. 22), trifft man sie in der Regel nur in der vorderen Hälfte, aber ebenfalls ziemlich dicht liegend. Bei starker Vergrösserung (Fig. 23 und 24) sieht man, dass diese ovalen oder mehr rundlichen Gebilde eine Art konturierte abgeplattete Scheiben darstellen, welche der Innenwand des Säckchens ganz dicht anliegen, d. h. zwischen ihr und der klebrigen Masse gelegen sind. Bei noch stärkerer Vergrösserung (Fig. 25) sieht man, dass jede dieser Scheiben aus einer hellen, homogenen Grundsubstanz besteht, in welcher runde, glänzende, scharf konturierte, sich in Rosanilin stark färbende Körner zerstreut liegen. Andere Strukturen findet man in diesen Scheiben nicht, v. a. keine Kerne, so dass man sie nicht als Zellgebilde betrachten kann. Die in ihnen enthaltenen, stark färbbaren Körner sind ganz anderer Natur, als die in der klebrigen Masse enthaltenen, kaum färbbaren, mehr undistinkten Körner.

Was stellen nun diese Gebilde und die klebrige Inhaltsmasse der Spermatophorsäckchen dar? Andere Strukturen gibt es in ihnen nicht. Man wird also genötigt, entweder die klebrige Masse oder die Scheiben, resp. ihre Körner als Spermien (Kerne) aufzufassen. Ich versuchte, dies durch das Studium der Spermatogenese zu entscheiden, bisher aber ohne Erfolg. Offenbar ist dies der richtige Weg zur Lösung des Problems. Das Studium des Befruchtungsprozesses kann vielleicht auch zu dieser Lösung beitragen. Beide diese Untersuchungen sind aber schwer und erfordern nicht wenig Zeit. Wenn man indessen die Körner der Scheiben mit den Körnern des Inhalts der Spermatophoren von Paracalanus vergleicht, so findet sich in der Gestaltung der Körnerarten eine gewisse Übereinstimmung. Aber was stellt dann die klebrige gekörnte Inhaltsmasse dar, welche den bei weitem grössten Teil der Säckchen ausfüllt? Man wäre gerne geneigt, sie als eine Spermamasse aufzufassen, obwohl ihr zellulärer Ursprung nicht dargelegt ist. Das Studium der Spermiogenese wird dies allein erledigen können.

c. Antheacheres Dübenii Sars.

(Taf. I, Fig. 27—28.)

Durch die gütige Hülfe des Vorstehers unserer Zoolog. Station Lic. Hj. Östergren erhielt ich von diesem in den Actinien (Bolocera longicornis) parasitisch lebenden grossen Copepode, mit Spermien versehene Exemplare. Diese Spermien sind von denen der anderen frei lebenden Copepoden der Gestalt und Grösse nach so weit verschieden, dass man erstaunen muss, so bedeutende Differenzen zu finden.

Die reifen Spermien von Antheacheres (Fig. 27) haben nicht nur eine auffallende Grösse, sondern auch eine eigentümliche Organisation. Eigentlich bestehen sie aus einem langen, schmalen, dünnhäutigen Sacke, in welchem ein langer, schmälerer Faden liegt, der bald mehr gerade, bald mehr spiralig gewunden ist. Die Fig. 27 gibt ein solches Spermium mit stark gewundenem Faden wieder. An beiden Enden des Spermiums findet sich ein mehr gerade verlaufender Fortsatz, von denen der eine etwa doppelt so lang als der andere ist. Ich bemühte mich nun, zu eruieren, welcher von diesen dem Kopfe (Kerne) entspricht, aber ohne die Frage lösen zu können. In den längeren, starreren Fortsatz dringt der innere Faden, sich immer mehr verdünnend, hinein, und zwar bis etwas mehr als die eine Hälfte seiner Länge, in dem anderen kürzeren Fortsatz konnte ich das Eindringen des Fadens nicht sicher nachweisen. Da der Faden sich mit Rosanilin stark rot färbt und der kleinere Fortsatz dies nicht tut, so möchte man ein Eindringen oder einen Zusammenhang der beiden Teile dartun können, falls ein solcher vorhanden wäre. Ich versuchte dann mit Zenker-Heidenhain zu behandeln. Der innere Faden färbte sich dadurch intensiv. Fig. 28 stellt das eine Ende eines solchen Spermiums mit schwarzem, spitz auslaufendem Faden dar. Keine Centralkörper waren sichtbar; der lange Fortsatz blieb ganz hell und zeigte sich am Ende bald etwas zugespitzt, bald breiter endigend, so dass es aussah, als ob dies Ende etwas abgeplattet sei.

Da nun hierdurch keine Antwort hinsichtlich der Erklärung der Organisation gewonnen wurde, versuchte ich durch das Studium der jüngeren, unreifen Formen der Spermien zum näheren Verständnis zu kommen. Es zeigte sich, dass in den jüngeren Stadien die Spermien nur aus dem Säckchen, ohne sichtbare innere Struktur, zu bestehen scheinen. Das Säckchen ist auch kürzer und schmäler und besitzt hier und da verschieden grosse, blasige Auftreibungen von wechselnder Gestalt; hier war noch weniger eine Differenzierung der konstituierenden Partien, und zwar v. a. nicht in Kopf und Schwanz, nachzuweisen; vom inneren Faden sah ich auch nichts. Da indessen nicht alle nötigen Stadien vorhanden waren, konnte die Entwicklungsfolge nicht erledigt werden. Fortgesetzte Untersuchungen an einem hinreichenden Material werden natürlich auch dies Problem lösen können.

Obwohl ich also nicht zum gewünschten Abschluss kommen konnte, schienen mir diese Spermien des parasitischen Copepoden gleichwohl von dem allgemeinen Interesse zu sein, dass hier eine Mitteilung über sie und ihre Gestalt angebracht war. Auch wäre es wertvoll, wenn die übrigen parasitischen Copepoden untersucht werden könnten. Bei den Lernaeiden habe ich mehrmals Versuche gemacht, aber ohne die Spermien anzutreffen.

Offenbar würde es sich auch lohnen, bei einer grösseren Reihe der frei lebenden Copepoden, sowohl den marinen als den Süsswassertieren, die Spermienformen systematisch zu eruieren, und dabei v. a. auch die Spermiogenese in eingehender Weise zu bearbeiten. Dies wäre besonders für einen Zoologen, der auf dem Gebiete der Copepodenkunde Specialist ist, eine Aufgabe.

D. Die Spermien der Ostracoden.

(Taf. I, Fig. 29—42, Taf. II—III.)

Die Spermien der Ostracoden sind mehrmals in den diese Tiere behandelnden Abhandlungen und Arbeiten gelegentlich berührt worden. Besonders aber hatte R. Wagner [1]) die auffallende Grösse der Spermien von Cypris hervorgehoben. Die erste genauere Darstellung solcher Spermien wurde aber von Zenker [2]) gegeben, und zwar in seiner »Monographie der Ostracoden», in welcher er auch die verschiedenen Stufen der Entwicklung der Spermien beschrieb. Er unterschied drei Perioden, nämlich die *Zellenform* (rundliche, sich dann in die Länge dehnende, kernhaltige Zellen), und dann die *Umbildungsform*, während welcher die Spermie als ein Band mit einer kurzen Spitze

[1]) R. Wagner, *Beiträge zur Kenntniss der Samenflüssigkeit der Tiere.* — Wiegmann's Archiv f. Naturgesch. Jahrg. 1836, Band 1, S. 369.
[2]) Zenker, *Monographie der Ostracoden,* Wiegmann's Archiv f. Naturgesch., 20 Jahrg., 1. Band. 1854.

und einem etwas verdickten Mittelnerv sowie mit häutigem Saum erscheint; hiernach drillen sich die Ränder der Hautplatten um den Mittelnerv; die ganze Spermie verlängert sich ausserordentlich, besonders auch die Spitze. Schliesslich entsteht die *definitive* Form, und zwar durch weitere Drehung und immer grössere Geschmeidigkeit des Centralfadens; derselbe wird nicht nur immer stärker gedrillt, sondern bildet selbst eine cylinderförmige Spirale; die Windungen werden bedeutend enger, die Spermie dicker und zugleich kürzer; nur die Spitze verdickt sich nicht, nimmt sogar an Länge zu. Die Randspiralplatten stehen nun auf den Windungen des Spiralfadens fast winkelrecht; dann verkürzt sich die Spitze. In solchem Zustande werden die Spermien bei der Begattung in die weibliche Samentasche übergeführt; sie haben keine Spur selbsttätiger Bewegung; elastisch nur schnellen sie auseinander. Sie sind jetzt begattungsreif, nicht befruchtungsreif; dies scheinen sie erst in der weiblichen Samentasche zu werden, indem sie hier dicker und länger werden. Die Spitze wird kürzer, der Centralfaden teilt sich allmählich in zwei Fäden, die nun ebenfalls umeinander gedrillt sind. Endlich bildet sich eine äussere Hülle, welche den spiraligen Windungen genau folgt und später abgeworfen wird. Diese Hülle ist bald rechts-, bald linksgewunden, und zwar je nach der verschiedenen Körperhälfte. Zenker teilte auch von diesen merkwürdigen Spermien einige Abbildungen mit, welche dann von Leydig und anderen Autoren wiedergegeben wurden.

Fr. Stuhlmann [1]) untersuchte im J. 1886 die männlichen Geschlechtsorgane und die Spermatogenese der Cypriden und kam dabei u. a. zu dem Schluss, dass der Kern der »kleinen Spindelzellen» zum Centralfaden des Samenfadens wird. Er suchte auch die Entstehung der Spiraldrehung und der äusseren hyalinen Hülle zu verfolgen.

In seiner Arbeit »Die Spermatogenese der Ostracoden» hat dann A. W. Müller [2]) diese Frage noch eingehender behandelt. Es würde aber, ohne die Abbildungen wiederzugeben, sich nicht lohnen, die fraglichen Details hier zu referieren. In dem Vas deferens der Süsswassercypriden sind sie, wie in den Hoden, anfangs noch nicht gedreht. Sie setzen sich zusammen aus folgenden Elementen: dem *Centralfaden*, welcher den Samenfaden in ganzer Länge durchzieht, dem diesem Faden dicht anliegenden *kontraktilen Band*, welches aus zwei Reihen von stark lichtbrechenden Punkten besteht und nur bis zum Beginn des Schwanzteils reicht, und schliesslich aus den *zwei Spiralbändern*, die am Schwanzteil zarter und schmäler sind. Nach aussen hin entwickelt sich eine dünne Hülle, welche den Windungen folgt. Die Spiraldrehung entsteht durch Contraktion des erwähnten Bandes.

In seinem späteren grossen Werke über die Ostracoden des Golfes von Neapel berührt A. W. Müller [3]), indem er auf seine frühere Arbeit hinweist, die Spermienfragen nur ganz kurz, wobei er folgendes darüber äussert: »Wir unterscheiden an den Spermatozoen einen gedrehten Centralfaden und 2 darum geschlungene Spiralbänder, ferner ein contractiles Band. Während der Centralfaden von einem Ende bis zum anderen reicht, finden sich die Spiralbänder wohl entwickelt nur an der einen Hälfte, dem sogenannten Kopf, werden am dünneren Schwanz undeutlich oder schwinden ganz. Die Drehung des Samenfadens kann so stark sein, dass sich die Spiralbänder mit ihren Rändern berühren (Cyprinæ mit Ausnahme von Macrocypris), oder sie ist weniger dicht, d. h. die Spiralbänder berühren sich nicht mit ihren Rändern (Pontocyprinæ und Macrocypris). Der Kern liegt an dem vom Schwanz abgewandten Ende.»

1. Ostracoden aus dem Meere.

(Taf. III.)

Aus dem mir zugänglichen Ostracoden-Material habe ich 4 *marine* Repräsentanten dieser Ordnung ausgewählt, deren Spermien mir besonders interessant erschienen, indem sie, mit den von A. W. Müller und Anderen dargestellten verglichen, einen verschiedenen Bau zeigten. Alle diese Ostracoden fand ich in reichlicher Menge im Meere an der Westküste Schwedens, wo ich sie in unserer zoologischen Station (Kristineberg) studierte.

a. Loxoconcha rhomboidea (Fischer)? Dahl! [4])

(Taf. III, Fig. 1—6.)

Als die erste Form dieser Ostracoden-Spermien führe ich die in Fig. 1—6 der Taf. III wiedergegebenen Abbildungen an. Sie wurden reif und in lebhafter Bewegung angetroffen. Die Fig. 1 stellt ein gut fixiertes solches

[1]) Franz Stuhlmann, *Beiträge zur Anatomie der inneren männlichen Geschlechtsorgane und zur Spermatogenese der Cypriden.* Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 44. Band, 1886.

[2]) A. W. Müller, *Die Spermatogenese der Ostracoden.* Zool. Jahrb., Abtheil. für Anatomie und Ontologie. 3. Bd. 1889.

[3]) A. W. Müller, *Die Ostracoden des Golfes von Neapel.* 1894. (S. 133). Fauna und Flora XXI.

[4]) Von dem Herrn Prof. Dr A. W. Müller gütigst bestimmt. Die Identifizierung der Ostracoden *a, b, c, d* — schreibt mir Prof. Müller — mit den älteren Beschreibungen ist unsicher, da dort nur die Schale abgebildet wird, während sie mit den von Dahl beschriebenen Formen sicher erscheint, was eben durch ? und ! hier angedeutet worden ist.

Spermium dar. Fig. 2 gibt ein Exemplar wieder, welches etwas maceriert und teilweise angeschwollen und zugleich etwas länger ist. In Fig. 1 lassen sich erstens zwei Hauptabteilungen unterscheiden, eine obere, ringsum mit dicht gedrängten hellen Kugeln besetzte, und eine untere mehr fadenförmige. Welche von diesen dem Kopfe (Kerne) entspricht oder ihn enthält, lässt sich nicht ohne weiteres feststellen. Auch hier kann nur das genaue Studium der Spermiogenese diese Frage entscheiden. Ich musste mich aber diesmal damit begnügen, nur die Verhältnisse der reifen Spermien zu eruieren. Im oberen Teil läuft in der Axe ein sich dunkel färbender Stab, welcher am oberen Ende spitz ausläuft, wie besonders die Fig. 2, 3, 4, 5 deutlich zeigen. Zuweilen lässt sich an angeschwollenen, nach Zenker-Heidenhain behandelten Exemplaren (Fig. 3) nachweisen, dass dieser Stab aus zwei Substanzen besteht, nämlich aus einer weniger färbbaren Grundsubstanz und aus in ihr vorhandenen stark färbbaren unregelmässigen Fasern und Netzen. Am oberen Ende läuft die den Stab ringsum bedeckende kugelige Masse hinaus und bekleidet auch das Ende des Stabes (Fig. 1, 2, 4, 5). Die Kugeln dieser Masse sind alle von etwa gleicher Grösse und sind offenbar von einer geringen, sie verkittenden Substanz zusammengehalten. Diese Kugelmasse bekleidet nun allseitig den erwähnten Stab der oberen Abteilung bis zu dem unteren Ende (Fig. 1, 2, 4, 6). Sie erinnert an den ähnlichen Bau der oligopyrenen Spermien von Paludina. Vielleicht hat man in ihr das Homologon des Nebenkernorgans zu erblicken, obwohl hier, wie bei Paludina, die Kugeln ganz ungewöhnlich zahlreich vorhanden sind.

Die hintere Abteilung der Spermien macht gewissermassen den Eindruck eines Schwanzes. Bei genauerer Untersuchung erweist sich, dass sie aus zwei einander parallel verlaufenden Fäden besteht, welche durch eine hellere Substanz getrennt und aneinander gebunden sind; oben ist der Zwischenraum zwischen diesen Fäden etwas grösser, dann treten sie näher aneinander und sind zuerst durch eine sich dunkler färbende Substanz (Fig. 6) enger vereinigt, um dann wieder den Zwischenraum etwas deutlicher zu zeigen und sich schliesslich dicht zusammenzulegen und als untere Spitze des Spermiums auszulaufen.

Wenn man aus diesem Bau eine Vermutung hinsichtlich der Bedeutung dieser Abteilungen der Spermiums aussprechen darf, so liegt die Annahme am nächsten, dass der axiale Stab der vorderen Abteilung dem nucleinhaltigen Kopf, die ihn umgebende Kugelhülle dem Nebenkernorgan, die hintere fadenförmige Abteilung dem Schwanze entsprechen können. Ich vermochte nämlich keinen anderen Teil zu entdecken, welcher eher den Kopf (Kern) darstellen könne. Von Körnchen, welche dem Centralkörperapparat homolog sein können, sah ich keine.

Bei der geringen Grösse der Tiere sind diese Spermien kolossal, und ihre Diffenzierung schon weit gelangt, was besonders auffällt, wenn man sie mit den Spermien der Cladoceren vergleicht.

b. **Cytherura nigrescens** (Baird)? Dahl!

(Taf. III, Fig. 7.)

Diesen soeben etwas eingehender beschriebenen Spermien schliesst sich die in Fig. 7 abgebildete Form nahe an. Sie bilden ebenfalls lange Fäden. Die Organisation ist jedoch noch schwieriger zu erledigen. Eine obere und eine untere Abteilung sind auch hier nachzuweisen. In der oberen bemerkt man einen axialen Stab und eine ihn umschliessende Hülle, in welcher eine körnige Beschaffenheit undeutlich hervorschimmert. Diese Hülle lässt den vordersten Teil des nicht spitz auslaufenden Stabes, in dem auch ein undeutlich körniger Bau erkennbar ist, frei. Die untere Abteilung stellt einen cylindrischen, spiralig gewundenen, hinten spitz auslaufenden Faden, dessen Spitze heller ist, dar. Ob nun diese Spitze ein »Endstück» oder ein »Spitzenstück» darstellt, ist ohne Kenntniss der Entwicklungsverhältnisse unmöglich zu ermitteln, und infolgedessen ist auch nicht zu bestimmen, welcher Teil dem Kopfe entspricht.

c. **Paradoxostoma variabile** (Baird)? Dahl!

(Taf. III, Fig. 8.)

Die dritte von mir gefundene Form ist in Fig. 8 wiedergegeben. In diesen schmal fadenförmigen Spermien bemerkt man in einer oberen Abteilung nur ganz undeutlich einen inneren Strang und eine Hülle, in der unteren Abteilung aber eine Zusammensetzung aus zwei einander parallel verlaufenden, dicht zusammenliegenden Fäden. An beiden Enden sind diese Spermien zugespitzt. Hier ist es noch schwieriger zu entscheiden, welcher Teil dem Kopfe entspricht.

d. Cytheridea dentata Sars.

(Taf. III, Fig. 9—15.)

Die vierte von mir beobachtete Form von Ostracodenspermien aus Gullmarfjorden bietet nun noch sonderbarere Verhältnisse, welche sich mit denen der drei schon beschriebenen Spermienformen schwerlich homologisieren lassen. Hier ist man wieder ganz im Unklaren, wenn man bestimmen soll, welcher Teil dem Kopfe (Kerne) entspricht. Man unterscheidet indessen auch hier zwei, ungefähr gleich lange Abteilungen, von denen die auf der Tafel nach oben gerichtete schmäler ist und mit ihrem unteren Ende in die untere hineintritt. Die obere Abteilung läuft an ihrem oberen Ende in einen Knopf aus, an dem drei sich dunkel färbende (Osmium-Rosanilin) Körnchen zeigen, nämlich eines an der Spitze und zwei seitlich, von denen die zwei letzteren wahrscheinlich optische Durchschnitte eines Querringes sind. Diese obere Abteilung enthält in ihrer Axe einen schmalen, sich dunkler färbenden Faden, welcher nach hinten hin stark anschwillt (Fig. 9—12), um sich dann wieder am Übergang zur unteren Abteilung zu verschmälern. Dieser Axenfaden läuft in dem oberen Ende zugespitzt aus; eine Verbindung mit den beschriebenen Körnchen konnte nicht dargetan werden. Ringsum diesen Faden findet sich eine hellere Substanz, in welcher eine mehr oder weniger deutlich körnige Beschaffenheit hervortritt (Fig. 10 und 11); zuweilen bemerkt man hier Längsreihen von quergestellten hellen ovalen Körnchen oder Körpern, deren Natur sich nicht weiter eruieren liess. Zu beiden Seiten dieser helleren Substanz war stets je ein sich dunkler färbender Strang vorhanden, welcher eine Art Randpartie ausmacht. In der Fig. 10 sind diese beiden Randstränge schön zu sehen. Aber auch in den übrigen (in Fig. 14 och 15 auch im gewundenen Zustande des Spermiums) sind sie bemerkbar. Im ganzen ist diese obere Abteilung etwas abgeplattet, was besonders in dem gewundenen Zustande und von der Seite her ersichtlich ist. An seinem unteren Ende verschmälert sich, wie schon erwähnt, diese Abteilung halsförmig und geht in die viel breitere hintere Abteilung über, welche wieder eine komplizierte Zusammensetzung darbietet. In ihrer Axe läuft, wie oben angegeben wurde, der Axenfaden der oberen Abteilung hinab und lässt sich hier mehr oder weniger weit verfolgen (Fig. 9 und 10). Zuweilen kann man (Fig. 15) den Axenfaden stark gefärbt bis in die untere Spitze der unteren Abteilung verfolgen. Ringsum ihn findet sich ein ziemlich breiter, von einer hellen Substanz gefüllter Raum (Fig. 9 und 10), welcher am unteren Ende verschmälert und zuweilen sogar spitz ausläuft (Fig. 14 und 15). Nach aussen von dieser hellen Substanz findet sich beiderseits eine eigentümliche Randpartie, welche aus je zwei Partien besteht. In der Fig. 9 sieht man also zu beiden Seiten oben je einen nach Osmium-Rosanilinbehandlung dunkel gefärbten walzenförmigen Randkörper, welcher etwas mehr als ein Drittel der Länge der Abteilung einnimmt; unten setzt sich derselbe beiderseits in je einen helleren Randkörper, welcher das untere Ende umkreist und in den entsprechenden Körper der anderen Seite übergeht, fort. In manchen Spermien erkennt man nun, dass dieser ganze Randkörper, sowohl die dunkle als die helle Partie desselben, eine körnige Zusammensetzung darbietet. Die Fig. 10 zeigt dies schon, und noch deutlicher tritt dieser körnige Bau in den in Fig. 13 und 14 abgebildeten Spermien hervor, von denen das letztere nach Zenker-Heidenhain behandelt war. Die beiden in Fig. 13 und 14 wiedergegebenen Spermien haben übrigens durch die Präparation eine unregelmässige Gestalt erhalten, und in Fig. 15 ist das untere Ende auch durch die Behandlung verkürzt und verschmälert worden.

Ich habe nun die Zusammensetzung dieser eigentümlichen Spermien zu beschreiben versucht, bin aber, wie schon oben angedeutet wurde, in Betreff der Deutung der Teile nicht ins Klare gelangt. Hypothesen hierüber lassen sich zwar darstellen; dies lohnt sich aber kaum, indem sich die Entscheidung erst durch die Spermiogenese gewinnen lässt. Ich versuchte zwar auch, die früheren Entwicklungsstadien zu erhalten, aber ohne Erfolg. Diese Untersuchungen gehören nicht zu den leichteren und erfordern recht viel Mühe und Zeit. Ich muss mich also diesmal damit begnügen, diese sonderbaren Formen der Spermien der Ostracoden vorzulegen, um zu zeigen, dass sie nicht nur an sich sehr differenziert sind, sondern auch bei den verschiedenen Ostracoden sehr verschiedene Formen und Strukturen darbieten.

2. Die Süsswasser-Ostracoden.

(Taf. I, Fig. 29—42 und Taf. II.)

Wenn also die Spermien der Ostracoden aus dem Meere sonderbare Formen darbieten, so liefern aber auch die das Süsswasser bewohnenden nicht weniger merkwürdige Formgestaltungen. Besonders durch die Untersuchun-

gen Zenker's und A. W. Müller's sind auch einige der letzteren näher bekannt worden, und zwar v. a. die der Cypridinen.

Ich habe nur von einem echten Süsswasser-Ostracoden die Spermien untersucht, welche gerade den Typus der Cyprisspermien darboten. Ausserdem habe ich durch die gütige Beihülfe meines Freundes Professor Hjalmar Théel die Spermien von zwei von ihm eingesammelten Ostracodenarten aus dem schwach salzhaltigen Wasser bei Vaxholm an der mit der Ostsee zusammenhängenden Einfahrt nach Stockholm untersuchen können. Von diesen letzteren Tieren zeigte das eine Spermien des Cypristypus, das andere aber einen ganz anderen, eigentümlichen Typus. Wegen der verhältnismässig kolossalen Länge dieser Ostracodenspermien war es nicht möglich, sie in der von mir sonst fast immer benutzten Vergrösserung in ihrer ganzen Länge auf den Tafeln abzubilden, weil diese Figuren dann eine Grösse von 1—2 Meter erhalten hätten; sondern ich musste mich damit begnügen, sie vollständig nur bei Zeiss' Apochrom. Hom. Imm. 2 mm. Ap. 1,30 + Okul. 12, ohne die sonst benutzte 3-malige lineare Vergrösserung, wiederzugeben und ausserdem nur einzelne Partien in dieser letzteren abbilden zu lassen. Auf der Taf. II sind also in den Fig. 1, 2 und 15 die Spermien dieser drei Ostracoden in der genannten geringeren Vergrösserung in ihrer vollständigen Länge abgebildet. Die übrigen Figuren (Taf. I, Fig. 29—41 und Taf. II, Fig. 3—14, 16) stellen Partien derselben in der stärksten Vergrösserung dar.

e. **Notodromas monacha** (O. F. Müller).

(Taf. I, Fig. 29—42 und Taf. II, Fig. 1.)

Die Spermien dieses Tieres, das ich in grosser Menge in einem Teiche in der Gegend von Nacka bei Stockholm im September 1908 einsammelte, wurden teils aus den Männchen, teils aus den Receptacula seminis der Weibchen geholt; bei den ersteren fand ich neben unreifen auch reife Spermien, welche den in den Weibchen angetroffenen ganz gleich waren. Ich betone dies, weil in früheren Darstellungen zuweilen angegeben wurde, dass die Spermien erst in den Receptacula seminis des Weibchens ganz reif und sogar erst in diesen ganz ausgebildet werden. Die noch unreifen (2. Periode Zenker's) sind schon lang ausgezogen, bandförmig, platt, mit einem ihnen dicht anliegenden, schmalen, sich in Rosanilin stark färbenden Faden und vorn mit einem sich ebenfalls stark färbenden Knopf, hinter welchem ein schmälerer, hellerer Hals eingefügt ist. Fig. 38 (Taf. I) zeigt ein solches Vorderende eines unreifen Spermiums. Das Hinterende verschmälert sich stark. Bei der weiteren Entwicklung drillt sich das aus zwei gleichen Hälften bestehende Band immer mehr spiralförmig um den schmalen Faden und bildet immer dichtere Windungen, wobei dieser Faden, an ihrer Innenseite und zwischen den Bandhälften liegend, ihrer Spiraldrehung folgt (Fig. 32 der Taf. I und, noch weiter entwickelt, in Fig. 31 derselben Tafel). Während dieser Ausbildung entsteht in der Axe des Spermiums ein cylindrischer Strang, welcher gerade, innerhalb der Lage der Spiralbänder und des Spiralfadens, von ihnen umwunden, verläuft; dieser Strang zeigt anfangs eine, obwohl nicht scharf ausgeprägte, körnige Zusammensetzung (Fig. 32). Die erwähnten beiden Spiralbänder erstrecken sich indessen nur über die vordere Partie des Spermiums; in den hinteren schmalen Teil, welcher ungefähr $^2/_5$ bis $^1/_2$ der ganzen Länge beträgt, scheinen sie sich nicht hinein zu erstrecken. Nun tritt ringsum den ganzen dickeren Teil des Spermiums eine äussere dünne Hülle von chitinösem Aussehen auf, welche nach den spiraligen Windungen der Spiralbänder modelliert wird, sich aber noch etwas weiter am vorderen Ende erstreckt, um dort mit dem oben erwähnten Knopf zu endigen (Fig. 30 der Taf. I, wo die beiden Spiralbänder noch nicht ganz fertig ausgebildet sind).

Ich habe diese kurz gefasste Schilderung der Ausreifung der Spermien vorausgeschickt, um das Verständnis der so komplizierten Organisation des reifen Stadiums zu erleichtern. Und doch reicht diese Kenntnis der Bauverhältnisse nicht hin, um diese Organisation wirklich zu verstehen. Was stellt hier Kopf (Kern) und Schwanz dar? Beim Studium der Schriften der Forscher, welche speciell die Spermiogenese der Ostracoden untersucht haben, Zenker, Stuhlmann, A. W. Müller, kommt man nicht zu einer klaren Überzeugung von den Ausbildungsphasen des Kerns. Es ist jedoch möglich, dass sich dieser, wie v. a. Stuhlmann (1883) angibt, schon früh fadenförmig in die Länge streckt und zum Spiralfaden ausbildet. Ich hatte nicht Gelegenheit, diese interessante Frage hinreichend zu verfolgen. Wenn aber dies richtig wäre, so würde der Kern, d. h. der »Kopf», sich beim reifen Spermium beinahe durch die ganze Länge desselben erstrecken; und dann könnte man bei diesen Spermien nicht von Kopf und Schwanz sprechen. A. W. Müller scheint (1889) eine andere Auffassung zu haben, indem er den Kern sich an einem (d. h. am vorderen) Ende des Centralfadens anlagern und das lange complizierte »Schwanzstück»

aus dem Nebenkern (1 oder 2) bilden lässt. Diese Untersuchungen wurden indessen zu einer Zeit ausgeführt, als man von den näheren Verhältnissen der Spermiogenese noch keine sichere Kenntnis besass und die Technik zu wenig ausgebildet war, um tiefer in das Verständnis derselben einzudringen. Wie dem nun auch sei, ist es offenbar besser, neue Untersuchungen abzuwarten und bei der Beschreibung der reifen Spermien nichts zu präjudicieren. So unangenehm es auch sein mag, die konstituierenden Teile nicht mit den bekannten Teilen anderer Spermien sicher vergleichen und die gewöhnlichen Termini anwenden zu können, finde ich dies doch bis auf Weiteres richtiger. Ich werde deshalb nur vom *vorderen* und *hinteren* Ende und vom *vorderen* dickeren und *hinteren* schmäleren *Teil* dieser Spermien sprechen, sowie dann noch von der äusseren *Hülle*, den *Spiralbändern*, dem *Spiralfaden* und dem *Axenfaden;* schliesslich ist noch der Knopf des vorderen Endes zu erwähnen.

Nach dieser Einleitung bleibt mir also nur noch übrig, eine kurzgefasste Beschreibung der Spermien im *reifen* Zustande zu geben.

Wie schon erwähnt wurde, bestehen diese, für ein so kleines Tier wirklich kolossalen Spermien aus einem vorderen dickeren, cylindrisch geformten und einem hinteren, schmalen, fadenförmigen Teil, welcher letztere bald $^2/_5$, bald $^1/_2$—$^3/_5$ der ganzen Länge ausmacht. Der vordere Teil verschmälert sich indessen allmählich sowohl am vorderen Ende wie auch beim Übergang zum hinteren schmalen Teil (Fig. 1 der Taf. II, sowie Fig. 29 und 35 der Taf. I). Ich beginne mit der Darstellung des *vorderen* Teils. An ihm erkennt man zu äusserst die gewöhnlich etwas abstehende dünne Hülle, welche eine äusserst regelmässige Spiralzeichnung darbietet. Beim Zerreissen der Spermien bekommt man oft grössere oder kleinere Partien solcher Hüllen, welche von ihrem Inhalt mehr oder weniger befreit sind. Die Fig. 37 der Taf. I stellt das vordere Stück eines solchen Gebildes dar; links sieht man die Hülle und rechts davon den herausgezogenen Inhalt. Die Hülle zeigt die schöne spiralige Zeichnung mit einer dunkleren und einer helleren Spirale, von denen sich die eine stark mit Rosanilin färbte; die übrige Hülle nimmt die Farbe nicht oder nur minimal auf und zeigt eine ganz helle, durchsichtige, ungefähr glasartige Beschaffenheit und ist offenbar von steifer Konsistenz. Am vorderen Ende des Spermiums bietet die Spiralzeichnung eine Veränderung dar, indem die Streifen mehr gestreckt werden und mehr gewölbte Zwischenpartien einfassen, welche dachförmig nach dem kuppelförmig hervorragenden vorderen Ende hin ziehen, um an dessen Grenze mit einer Art ringförmiger Verdickung (Fig. 29, 37) zu endigen. Beim Übergang zum hinteren schmalen Teil des Spermiums (Fig. 34, 35) verschmälert sich auch die Hülle, steht aber auch hier vom Inhalt ab, und zwar in der Regel mehr als am dickeren Teil; sie setzt sich mit schwächer ausgeprägten, mehr der Länge nach gestreckten Spiralwindungen nach hinten auf den schmäleren Teil fort.

In den Receptacula seminis des Weibchens trifft man, wie besonders Zenker betont, leere derartige Hüllen; bei den von mir untersuchten Tieren aber nur einzelne solche, in denen zerfallene Inhaltsteile vorhanden waren, weshalb ich diese leeren Hüllen nicht als von einem normalen Akt herrührend, sondern durch Zerfall einzelner Spermien entstanden betrachten muss.

Wie schon Zenker erkannte und erklären konnte, verläuft an der Hülle die spiralige Zeichnung bei den einzelnen Spermien in verschiedener Richtung, d. h. vom vorderen Ende gerechnet bald von rechts nach links, bald von links nach rechts. Zenker zeigte, dass in dem Hodenteil der rechten Körperhälfte die eine, in dem der linken die andere Windungsrichtung ausgebildet wird. »Die Zoospermien der beiden Körperhälften sind nicht kongruent, sondern symmetrisch». Deshalb trifft man auch stets im Sperma die beiden Windungsrichtungen vertreten.

Im Inneren der äusseren dünnen, cylindrischen Hülle findet sich nun im vorderen dickeren Teil der reifen Spermien ein Inhalt, welcher aus den schon oben bei den unreifen erwähnten zwei Spiralbändern, dem Spiralfaden und dem Axenstrang, sowie am vorderen Ende noch aus dem Spitzenknopf besteht.

Die beiden, einander parallel verlaufenden *Spiralbänder*, welche die Rosanilinfarbe ziemlich stark aufnehmen, sind den Spiralbändern der äusseren Hülle kongruent und liegen ihnen in der Regel an, obwohl doch in manchen Spermien ein heller Zwischenraum sichtbar ist, welcher durch die Präparation noch deutlicher hervortreten kann. Die inneren Spiralbänder hängen also nicht direkt oder organisch mit der äusseren Hülle der reifen Spermien zusammen. Nach dem vorderen Ende hin trennen sie sich von derselben immer mehr ab, und der ganze Innenkolben verschmälert sich allmählich, um eine Strecke vom vorderen Hüllenende zugespizt zu endigen. Wie sich die Spiralbänder hier verhalten, geht am besten aus der Betrachtung des unreifen Zustandes hervor (Fig. 30), indem die beiden Bänder schwach zugespitzt endigen. Die Fig. 37, wo der Innenkolben teilweise aus der Hülle herausgezogen ist, zeigt auch diese Zuspitzung desselben. In Fig. 29, wo ein ganz reifes, normales Spermium vorliegt, sieht

man auch diese spitze vordere Endigung des Innenkolbens, obwohl die Grenzen der Spiralbänder hier nicht deutlich sichtbar sind. In anderen Fällen erkennt man diese Grenzen besser, und zwar besonders weiter nach hinten hin (Fig. 33, wo die äussere Hülle nicht gezeichnet worden ist). Die Bänder sind ziemlich abgeplattet, wie auch ihre optischen Durchschnitte zeigen. Sie liegen gewöhnlich mit ihrer einen Seitenkante dichter beisammen, so dass gerne je zwei Bandwindungen, aneinander gefügt, zusammenlaufen. In dieser Weise verhalten sie sich im ganzen vorderen Spermienteil bis zu ihrem hinteren Ende, wo sie beim Übergang zum hinteren, schmalen Spermienteil, zugespitzt auslaufend, endigen. Die Fig. 35, und noch deutlicher Fig. 34, zeigen ihr Verhalten hierbei. Man sieht die Bänder in einer weit mehr gestreckten Spirale verschmälert auslaufen und fingerähnlich abgestumpft endigen.

Was den Bau der Spiralbänder betrifft, so sieht man an den unbeschädigten Bändern keine Struktur; wenn man sie aber zerbröckelt oder durch Druck vorsichtig zerquetscht, tritt ein Zerfall derselben in kleine, ungefähr gleich grosse Stücke hervor, welche bald mehr eine Mandelform (Fig. 40) haben, bald mehr quadratisch gestaltet (Fig. 39) sind. Dieser eigentümliche Zerfall, welcher oft eintritt, deutet auf eine Zusammensetzung der Bänder aus Körnern, die aber keine Kugelform mehr zeigen. Man kommt hierbei auf den Gedanken, dass hier wieder die Körner des Nebenkernorgans oder die Mitochondrien eines Verbindungsstückes vorliegen können. In den Stücken scheint weiter ein noch feinerer körniger Bau, obwohl undeutlich, hervorzuschimmern.

An der Innenfläche der beiden Spiralbänder, und zwar eben in der Mittellinie zwischen ihnen, findet sich dann der *Spiralfaden*, welcher schon sehr früh in der Entwicklung der Spermien als ein langer, schmaler, gerader Strang erscheint und sich dann mit den beiden Spiralbändern windet, so dass ein Forscher ihn als die Ursache des spiraligen Windens der letzteren betrachtet. In den reifen Spermien lässt er sich mehr oder weniger stark mit Rosanilin färben; gegen das vordere Ende hin ist die Färbung oft schwach, in den mittleren und hinteren Partien der vorderen Abteilung gelingt sie aber oft sehr schön (Fig. 35 der Taf. I, Fig 1 der Taf. II); zuweilen lässt sich aber der Spiralfaden auch weit nach vorn hin verfolgen, und zwar bis in die Nähe des Vorderendes des Innenkolbens (Taf. II, Fig. 1). Nach hinten hin setzt sich der Faden in die hintere schmale Abteilung des Spermiums fort. Eine Struktur konnte ich am reifen Spermium in den Spiralfaden nicht nachweisen; dagegen sah ich hin und wieder an dem unreifen eine körnige Zusammensetzung, indem in ihm in einer homogenen Grundsubstanz Querbänder als je zwei Körnchen nachweisbar waren (Fig. 41, 42). Ausserdem fand ich nicht selten in solchen Spermien einen Zerfall des Fadens in zwei parallel verlaufende Fäden.

In der Axe des Innenkolbens sieht man mehr oder weniger deutlich einen geraden Strang, an dessen äusserer Fläche der eben beschriebene Spiralstrang verläuft (Taf. II, Fig. 1, Taf. I, Fig. 35). Dieser Strang setzt sich nach vorn und hinten hin durch den ganzen Innenkolben bis an die Enden fort, und in seiner Axe läuft ferner ein heller, nicht ganz scharf begrenzter Raum oder Strang.

Bei dem Übergang der vorderen Abteilung des Spermiums in die hintere tritt, wie oben erwähnt, allmählich eine Verschmälerung ein (Taf. II, Fig. 1; Taf. I, Fig. 35). Die Spiralbänder hören in der beschriebenen Weise auf. Der Spiralstrang setzt sich, nach einigen schwachen Windungen, in gerader Richtung als Mittelstrang bis in das hintere Ende fort. Er wird in diesem Verlaufe aussen von einer dünnen, hellen Fortsetzung der äusseren Hülle umgeben, welche ihm eine Strecke nicht dicht anliegt, sondern von ihm absteht und noch eine spiralige Ausbuchtung zeigt (Taf. I, Fig. 34, 35). Weiter hinten verengt sich die Hülle und liegt dem inneren Faden dicht an, um am letzten Ende eine kleine, ovale blasige Ausbuchtung zu zeigen (Taf. I, Fig. 36); am hinteren Ende dieser Blase findet man schliesslich eine halboval geformte Substanz, welche sich mit Rosanilin stark färbt.

f. **Candona candida** (O. F. Müller).

(Taf. II, Fig. 2—14.)

Die Spermien dieses Ostracoden, desjenigen aus dem Brackwasser bei Vaxholm, welcher Ort am Einlauf nach Stockholm liegt, wo das Wasser der Ostsee mit dem des Süsswassers des Mälarsees schon ziemlich stark vermischt ist, sind denen des zuletzt beschriebenen sehr ähnlich, gehören demselben Typus an, so dass es nicht nöthig ist, eine eingehende Schilderung derselben zu geben. Ich werde mich deshalb darauf beschränken, unter Hinweis auf die Figuren, eine kurzgefasste Darstellung ihres Baues zu geben und die wichtigeren Differenzen zu betonen.

Diese Spermien bestehen auch aus zwei Abteilungen, einer vorderen dickeren und einer hinteren schmäleren, welche von ungefähr gleicher Länge sind und in einander direkt übergehen; die Länge der ganzen Spermien sowie

die der beiden Abteilungen wechselt doch etwas; gewöhnlich ist die vordere etwas länger als die hintere. Die Fig. 2 der Taf. II stellt ein vollständiges Spermium dieser Art bei der geringeren Vergrösserung dar, während die Fig. 3—14 einzelne Partien bei noch 3-maliger linearer Vergrösserung wiedergeben.

Die vordere Abteilung (Fig. 2) ist im ganzen breiter als diejenige der letzt geschilderten Ostracodenspermien (Fig. 1). Sie ist, wie diese, cylindrisch, vorn verschmälert und mit einer etwas abgestumpften Spitze endigend, hinten beim Übergang in die hintere Abteilung ebenfalls allmählich verschmälert (Fig. 2 und 7). Sie ist überall von einer glasartig durchsichtigen, offenbar chitinösen Hülle umgeben; diese Hülle steht an den reifen Spermien überall etwas vom Inhalt desselben ab; sie zeigt eine äusserst regelmässige, spiralig angeordnete Zeichnung von zwei einander parallel verlaufenden, ziemlich breiten, nach aussen hin etwas konvex gebogenen Bändern, deren Grenzlinie in den zwischenliegenden Einbuchtungen verläuft (Fig. 2, 3, 4, 5, 7). Bei den reifen Spermien löst sich diese Hülle nicht selten fast vollständig oder stückweise ab (Fig. 6 und 10), in welchem Falle die spiralige Bandanordnung sehr deutlich hervortritt. Die Fig. 6 stellt das vordere Ende dar, welches vom Inhalt nach vorn hin verschoben ist; die Fig. 10 zeigt ein Stück der leeren Hülle von der Mittelpartie eines Spermiums. Das vorderste Ende ist dütenförmig.

Der von der Hülle eingeschlossene Inhalt der vorderen Abteilung stellt einen langen cylindrischen Kolben dar, welcher, ganz wie die Hülle, vorn und hinten sich verschmälert. Dieser Kolben besteht, gerade wie bei den zuletzt beschriebenen Spermien, aus zwei einander parallel verlaufenden, abgeplatteten Spiralbändern, einem cylindrischen Spiralfaden und einem vom letzteren umwundenen, meist geraden Axenstrang, wozu noch ein Knopf am Vorderende kommt.

Die *Spiralbänder*, welche die Rosanilinfarbe gerne aufnehmen, sind in der Regel durch einen schmalen Zwischenraum von einander getrennt (Fig. 3, 4, 5, 7) und spitzen sich am vorderen Ende zu, um sich hier zuletzt an dem hinteren Ende des vorderen Endknopfes zu befestigen. Dieser Knopf, welcher auch durch das Rosanilin gefärbt wird, ist bald mehr konisch oder dütenförmig (Fig. 2, 3, 4), bald mehr länglich eiförmig (Fig. 5, 6), am hinteren Ende aber der Quere nach abgestutzt. Dieser Knopf reicht bis in das vorderste Ende der hier zugespitzten Hülle hinein, indem sie nur wenig von ihm absteht. Am hinteren Ende des Kolbens verschmälern sich auch die Bänder und endigen etwas zugespitzt am Übergang zu der hinteren schmalen Abteilung.

An dem etwas zerquetschten und gedehnten Kolben sieht man die beiden paarigen Bänder zu einer schwächeren Spirale ausgezogen (Fig. 8). In der Axe dieser Spiralbänder findet sich dann ein *Axenstrang,* welcher in der Mitte einen nicht scharf begrenzten, hellen Raum oder Innenkörper darbietet und an seinem äusseren Umfang den *Spiralfaden* enthält. Der Axenstrang reicht nach vorn hin nicht ganz bis zum Ende der Spiralbänder, sondern endigt zugespitzt etwas hinter demselben. Der Spiralfaden verschmälert sich immer mehr nach vorn hin und endigt schon hinter dem Vorderende des Axenstrangs (Fig. 2, 4). Nach dem hinteren Ende hin wird dieser Faden dagegen immer dicker (Fig. 2, 7) und geht zuletzt direkt in die hintere Abteilung des Spermiums über.

Diese hintere Abteilung stellt, wie erwähnt, einen langen, verhältnismässig schmalen Strang dar, welcher aus der genannten Fortsetzung des verdickten Spiralfadens und einer diesen eng ungebenden dünnen Hülle besteht, die eine Fortsetzung der äusseren Hülle der vorderen Abteilung ist. Der Fadenstrang bildet anfangs einige schwache Spiralen (Fig. 7), wird aber bald ganz gerade und zeigt keine deutliche Struktur, höchstens in der Axe einen hellen Streif (Fig. 11), der jedoch von einer Art Spiegelung herrühren kann. Die umgebende Hülle umschliesst den Faden anfangs eng, bildet aber dann helle Ösen einer lang ausgezogenen Spirale (Fig. 2, 11, 12), indem sie sich hier spiralig zu einem etwa cylindrischen Faden erweitert; beim Abbrechen des Stranges sieht man zuweilen ein Stück des Spiralfadens als helle Faser hervorragen (Fig. 13). Nach dem hinteren Ende zu bildet die Hülle noch weitere Ausbuchtungen in einer Art doppelter Spirale (Fig. 11), um zuletzt mit einem Endbeutel zu endigen. Diese Hülle ist indessen so äusserst dünn und durchsichtig und zugleich unfärbbar, dass es sehr schwierig ist, ihr Verhalten genau wahrzunehmen; auch scheint sie in diesem ihrem Verhalten Variationen darzubieten.

Der Fadenstrang endigt fast konstant mit einer kleinen Spirale von zwei Windungen, indem er in ein plattes spiraliges, nach hinten hin spitz endigendes Band übergeht (Fig. 11, 12), welches eine gerade, mittlere, ganz helle, nicht färbbare, fast unsichtbare Faser umgibt. Dann kommen zuweilen in den Präparaten auch Spermien vor, an denen man ein längeres, abgelöstes, plattes, gefärbtes Band wahrnimmt (Fig. 14); dieses Band zeigt sich offenbar von dem Fadenstrang abgelöst zu sein; infolgedessen muss dieser Strang aus einer mittleren hellen, in Rosanilin unfärbbaren Faser und einem diese spiralig umwindenden, platten Band bestehen.

Diese Spermien, ebenso wie die des vorigen Tieres, sind, wenn sie Platz finden, ihre natürliche Lage einzunehmen, stets gerade gestreckt oder nur wenig gebogen. In den Hoden und Vasa deferentia des Männchens, sowie in den Receptacula seminis des Weibchens sind sie zwar gezwungen, in gebogenen Stellungen zu liegen. Sobald sie aus diesen Gängen und Höhlen ausschlüpfen, nehmen sie durch ihre eigene Elasticität eine möglichst gerade Gestalt an; diese Streckung kann als eine Art Bewegung imponieren, und ist als solche von einigen Autoren erwähnt. Diese »Bewegung» ist aber schnell übergehend und zugleich die einzige, die ich wahrgenommen habe.

In den Fig. 1 und 2 habe ich die Spermien in gebogener Gestalt abbilden lassen müssen, weil sie in dieser Grösse sonst auf der Tafel nicht wiedergegeben werden konnten.

g. Cytheridea sp.

(Taf. II, Fig. 15—16.)

Schliesslich habe ich noch die Spermien einer Ostracode aus demselben Brackwasser bei Vaxholm, wo das Tier gefangen wurde, dessen Spermien zuletzt beschrieben worden sind. Die Spermien, die jetzt darzustellen sind, gehören aber einem ganz neuen Typus an. Ich erhielt sie sowohl aus dem Männchen wie aus dem Weibchen, werde sie aber hauptsächlich aus den letzteren beschreiben, weil diese sicher das reife Stadium repräsentieren. Die Fig. 15 stellt in vollständiger Länge ein solches Spermium in derselben Vergrösserung, wie die Fig. 1 und 2, dar, und die Fig. 16 zeigt eine Partie davon noch 3 mal linear vergrössert.

Die Spermien bilden lange schmale Fäden, welche in den Tieren stets in verschiedener Weise um einander gerollt und gebogen liegen; nach dem Herausnehmen derselben aus den Tieren strecken sie sich nicht aus, so dass man sie nur selten mehr oder weniger gerade ausgefaltet findet. An solchen Spermien, die man in ihrer ganzen Länge untersuchen kann, erkennt man, dass sie aus zwei verschiedenen Abteilungen bestehen, von denen die eine, etwas längere, sich dadurch auszeichnet, dass sie dichte Querstreifen zeigt. Diese Querstreifen, welche zuweilen von einander etwas entfernter liegen, bieten in stärkster Vergrösserung eine Zusammensetzung aus je zwei mit Rosanilin stark färbbaren Körnchen (Fig. 16), die also paarweise neben einander in dem sonst heller gefärbten Bande liegen. Diese Abteilung spitzt sich allmählich nach dem freien Ende zu; am anderen Ende geht sie dagegen, zuerst ohne Veränderung der Breite, allmählich in die zweite Abteilung über, wobei die erwähnte Querstreifung bald verschwindet. Das Band wird nun etwas breiter und zeigt sich aus zwei parallel nebeneinander, mit nur einem geringen Zwischenraum, verlaufenden Fasern bestehend, in denen keine Struktur wahrgenommen werden konnte. Dann verdünnt sich das Band wieder und geht in einen sehr schmalen Faden über, welcher eine Strecke verläuft, um dann noch einmal zu einem etwas breiteren zweifaserigen Band zu werden, das zuletzt in ein sehr dünnfaseriges feines Ende ausläuft. Die Fig. 15 gibt diese Verhältnisse möglichst genau wieder. Wie aus dieser Darstellung hervorgeht, ist die Organisation dieser Spermien sehr eigentümlich und auch schwer verständlich.

Nach dieser Musterung der Spermien von 7 verschiedenen Ostracoden, von denen 4 aus dem echten Meere, 2 aus Brackwasser und 1 aus dem echten Süsswasser stammen, dürfte es angemessen sein, einen kurzen Rückblick auf die Bauverhältnisse derselben zu werfen.

Was zuerst auffällt, ist bei allen die im Verhältnis zur Grösse der Tiere so bedeutende Grösse. Dann frappiert auch eine merkliche Verschiedenheit hinsichtlich der Gestaltung und Organisation bei den verschiedenen Tiersorten. Man kann indessen unter den echten Meeres-Ostracoden (Taf. III) zwei Typen unterscheiden, den der drei ersten und den des vierten. Bei allen unterscheidet man zwar eine Abgrenzung in eine vordere und eine hintere Partie und in allen auch in der Mittellinie einen Axenstrang; die hintere Partie der vierten Art ist aber von den anderen sehr verschieden gebaut. Die drei ersten sind im ganzen als lang und schmal, fadenförmig zu bezeichnen. Was in der ersten Art auffällt, ist noch die körnige Umhüllung der vorderen Partie, welche in der zweiten Art, obwohl nur in schwacher Weise, wiederkehrt, in der dritten aber nicht. Diese Körnchenhülle ähnelt gewissermassen der Nebenkern- oder Mitochondrienhülle der Spermien bei vielen anderen Tieren. In Betreff der Zusammensetzung aus Kopf und Schwanz bei den Spermien dieser Ostracoden ist es sehr schwer, den Schlüssel zur Deutung zu finden. Dasselbe gilt hinsichtlich des Vorkommens von Centralkörpern.

Wenn man nun mit diesen Spermien von Meeres-Ostracoden die auf der Taf. II zusammengestellten drei Spermienformen von Ostracoden aus Süss- und Brackwasser vergleicht, so findet man zwar bei allen die bedeutende oder sogar noch viel bedeutendere, sogar kolossale Grösse und die lang ausgezogene Fadengestalt, aber auch eine auffallende Verschiedenheit sowohl von den Spermien der Meeresostracoden, als von jenen unter sich selbst. Die

letzte (7:te) Art (Taf. II, Fig. 15) ist sowohl von dem der anderen beiden (Fig. 1 und 2 ders. Taf.), als von dem der vier Meeres-Ostracoden im höchsten Grade verschieden, während die Spermien der Fig. 1 und 2 der Taf. II einander sehr ähnlich sind und jedenfalls zu demselben Typus gehören. Aber auch bei diesen letzteren drei Spermienformen ist es sehr schwer, zu entscheiden, was als Kopf (Kern), Schwanz und Centralkörper zu bezeichnen ist. Man kommt, wie so oft in der Spermiologie, zu dem Schluss, dass nur die genaue Untersuchung der Spermiogenese diese Probleme endgültig entscheiden kann. Diese Untersuchung erfordert aber viel Mühe und Zeit und lässt sich, falls sie bei zahlreichen Repräsentanten einer Tierordnung durchgeführt werden soll, kaum ohne die vereinigten Kräfte einer Reihe von geschickten Forschern bewerkstelligen.

Jedenfalls möchte aber die genaue Kenntnis der reifen Spermien bei vielen verschiedenen Tierarten hierbei eine gute Leitung sein können. Und in Betreff der phylogenetischen Verwandtschaft der fraglichen Tiere mögen auch die Spermienformen von Belang sein. Gerade die Ostracoden bieten hinsichtlich ihrer Spermienformen so grosse Verschiedenheiten dar, dass es sich sicherlich lohnen würde, eine Untersuchung möglichst vieler dieser Tiere mit Rücksicht auf die Gestaltung und Organisation ihrer Spermien durchzuführen.

E. Die Spermien der Cirripedien.

(Taf. IV, Fig. 1—7.)

Bei den Cirripedien kennt man schon seit lange ziemlich gut die Gestalt der Spermien. In Albert v. Kölliker's erster Spermien-Arbeit vom J. 1841[1]) wurden sie sowohl im reifen Zustande als während ihrer Entwicklung beschrieben. Schon etwas früher hatte Th. v. Siebold[2]) sie bei Balanus pusillus als haarförmig geschildert. Kölliker untersuchte sie bei Balanus Stroehmii und sulcatus. Im Ductus deferens fand er die reifen Spermien haarförmig, in der Mitte, meist gegen das eine Ende hin, etwas verdickt und beiderseits spitz zulaufend. Sie lagen oft ganz ruhig, andere Male zeigten sie sehr lebhafte, schlängelnde Bewegungen. Im Hoden besassen diese haarförmigen Spermien in der Mitte eine elliptische oder rundliche kleine Anschwellung oder auch zwei oder drei kleinere solche Anschwellungen. In den letzten Endigungen des Hodens traf er eine Schicht runder Zellen, die einen deutlichen Kern enthalten; auf sie folgten andere Zellen mit blasserem Kerne, die an einer oder zwei Seiten etwas zugespitzt waren; diese spitzen Enden wachsen immer mehr in Fasern aus, wodurch zuletzt die haarförmigen reifen Spermien entstehen.

Im Jahre 1890 veröffentlichte M. Nussbaum in seiner Arbeit über kalifornische Cirripedien[3]) auch Mitteilungen über ihre Spermien. Über die reifen Spermien von Pollicipes polymerus sagt er, dass der Schwanzfaden mit einem feinen Flossensaum versehen ist; in den Spermatiden enthält der Kern schliesslich eine körnige, färbbare Substanz, streckt sich in die Länge und wird zum Kopf des Samenfadens, der vorne in ein feines glänzendes Spitzchen ausläuft.

Unsere Kenntnis vom Bau der Spermien der Cirripedien wurde dann von den Gebrüdern Ballowitz sehr gefördert. Die erste Veröffentlichung hierüber scheint diejenige von Karl J. Ballowitz[4]) zu sein, und zwar über die Spermien von Balanus improvisus Darw. und Lepas anatifera Linn. Die Spermien stellen lange, an beiden Enden zugespitzte, feine Fäden dar; bei starker Vergrösserung sah er in den gefärbten Präparaten an diesen Fäden einen blassen, sehr schmalen Streifen, der vielleicht ein sehr schmaler Saum ist. Ferner bemerkte er in einiger Entfernung von der vorderen Spitze an dem Faden einen halbmondförmig gebogenen, feinkörnigen Körper, der jedoch nicht ganz konstant ist; man könnte ihn für einen Kern nehmen, es ist aber nicht so, sondern er scheint vielmehr nur ein Protoplasmarest zu sein. Diese Spermien zerfallen nach K. Ballowitz sehr leicht in zwei Fasern, die oft ungleiche Dicke besitzen; der Zerfall erstreckt sich bis auf die unmittelbare Nähe der beiden Spitzen des Fadens; die dünnere Faser zerlegt sich bei fortschreitender Maceration sehr leicht in oft mehrere feinste Fibrillen; ebenso auch die dickere Faser.

---

[1]) Albert Kölliker, *Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere* etc. Inaug. Diss. in Zürich 1841.
[2]) C. Th. v. Siebold, *Ueber die Spermatozoen der Crustaceen, Insecten, Gastropoden und einiger anderer wirbellosen Thiere.* J. Müllers Archiv, 1836.
[3]) Max Nussbaum, *Anatomische Studien an californischen Cirripedien*, 1890.
[4]) Karl J. Ballowitz, *Zur Kenntnis der Samenkörper der Arthropoden.* Inaug. Diss. in Würzburg 1894.

In demselben Jahre (1894), wie K. Ballowitz, veröffentlichte auch E. Ballowitz[1]) einige Bemerkungen über die Spermien der Cirripedien. Für Lepas anatifera sagt er, »kann ich meinem Bruder nur beistimmen». Auch bei Balanus sulcatus und Verruca Stroehmii konnte er an den ausgebildeten Samenfäden keinen Kopf mehr auffinden. Die Spermien aus dem Vas deferens von Balanus sulcatus sind mässig lange Fäden, welche in einiger Entfernung von dem einen Ende einen halbmondförmig gestalteten seitlichen Anhang besitzen; konstant ist dieser Anhang nicht, den Eindruck eines Kernderivates macht derselbe nicht. Mit Alaunkarmin, nach Osmiumbehandlung, erhält man keine Kerntinktion. Bei näherer Untersuchung erscheint der Samenfaden von Balanus und Verruca gleichfalls abgeplattet; der eine Rand tritt etwas heller, saumartig hervor. In Kochsalzlösung maceriert, teilt sich der Samenkörper alsbald in zwei meist etwas ungleiche Fasern, von denen die eine etwas dünner und heller gefärbt ist (Gentiana). Die hellere Faser zerlegt sich nun sehr leicht in zwei und mehr feine und feinste Fädchen, und zwar von dem einen bis zum anderen Ende. Der seitliche Anhang löst sich in der Maceration sehr bald auf.

In einem im vorigen Jahre (1907) erschienenen Aufsatze teilt E. Ballowitz[2]) seine späteren (1902) gemachten Erfahrungen hierüber mit. Bei Balansus improvisus fand er kurze, sehr kontraktile Fäden ohne Andeutung von Kopf. Lässt man solche intensiv mit Gentiana gefärbte Spermien kurze Zeit in Wasser liegen, differenziert sich ein kurzes helleres Stück an dem einen Ende. Es ist dies aber kein Kopf, sondern nur das freie Ende der einen Teilfaser. Beide Teilfasern sind different, die eine ist kürzer und färbt sich dunkler, die andere ist um das erwähnte hellere Stück länger, etwas feiner, färbt sich weniger und zerfällt leicht in Elementarfibrillen. Sie sind deshalb als apyren zu bezeichnen, ob das Chromatin chemisch verändert in die dunklere Faser übergegangen ist, kann nur die Spermatogenese entscheiden.

In der Hoffnung, vielleicht durch andere technische Methoden in Bezug auf den Bau dieser eigentümlichen Spermien etwas weiter zu kommen, habe ich sie schon längst bei *Balanus* und *Lepas* untersucht. Weder durch kernfärbende Mittel (z. B. Beale'sches Karmin, Heidenhain'sches Hämatoxylin), noch durch meine gewöhnliche Methode konnte ich das Vorhandensein eines Kerns oder im ganzen eines Kopfes nachweisen. Wie die Gebrüder Ballowitz sah ich also bei Balanus den langen Faden sich in zwei Fasern teilen und nahe an dem einen Ende einen halbmond- oder spindelförmigen Tropfen sitzen, der aber, wie auch K. und E. Ballowitz meinen, offenbar keinem Kern, sondern nur einem Protoplasmarest entspricht und zuweilen auch fehlt. Meine Ergebnisse waren also leider ganz negativ, und ich kam auch zur Überzeugung, dass das Rätsel, wie es schon Kölliker zu lösen versuchte, nur durch das genaue Studium der Spermiogenese gelöst werden kann.

Indessen habe ich nun durch im vorigen Sommer erneuerte Untersuchungen der Spermien von *Lepas* Erfahrungen gemacht, die recht interessant sind und vielleicht zur Lösung der intrikaten Frage beitragen können. Bei der Untersuchung der reifen beweglichen Spermien dieses Tieres sah ich das eine Ende der langen Fasern am vorderen Teil verdickt, und es schimmerte hier eine Zweiteilung desselben hervor. Nachdem sie mit Osmium fixiert und mit Rosanilin und Kaliacetat behandelt waren, trat die Zusammensetzung dieses vorderen Teils scharf hervor. Es zeigte sich (Taf. IV, Fig. 1), dass unweit des vorderen zugespitzten Endes, welches ungeteilt ist, eine Spaltung eintritt, indem hier zwei Fäden nach vorn hin zusammenlaufen, nach hinten aber sich von einander trennen und dann eine Strecke nach hinten einander parallel verlaufen, um schliesslich, ungefähr an der Grenze des ersten und zweiten Drittels der Spermiumlänge, wieder zusammenzulaufen. In dem zwar schmalen, aber distinkten Spaltenraum zwischen den beiden Fäden findet sich eine hellere, sich nur sehr schwach färbende Substanz (Fig. 1), welche zuweilen etwas anschwillt und dann eine mehr oder weniger deutliche Zusammensetzung aus kugligen, hellen Körnern zeigt, wie dies Fig. 7 und noch schärfer Fig. 2 darbieten. Dann sieht man auch in ausgeprägter Weise die Trennung der beiden Fäden, indem es sich erweist, dass sie aus einem die ganze Länge des Spermiums einnehmenden, etwas dickeren und einem kaum ein Drittel desselben messenden, etwas schmäleren Faden bestehen. Wie die Fig. 7 deutlich zeigt, reicht der schmälere Faden nicht bis zum vorderen Ende des Spermiums, sondern legt sich dem dickeren nur zugespitzt an, wobei die helle Zwischensubstanz dort aufhört; auch das hintere Ende des schmäleren Fadens hängt nicht substanziell mit dem dickeren zusammen, sondern steht von ihm ab (Fig. 2 und 7), spitzt sich ein wenig am Ende zu und hängt dem hinteren Ende der hellen Zwischensubstanz innig an (Fig. 2). In Fig. 4 und 5 kann man ebenfalls das Verhalten des schmäleren Fadens zu dem dickeren sehen, wenn sie durch die Präparation von einander getrennt werden.

---

[1]) E. Ballowitz, *Bemerkungen zu der Arbeit von Dr. phil. Karl Ballowitz* etc. Intern. Monatsschrift f. Anat. u. Phys. 1894, Bd. XI.
[2]) E. Ballowitz, *Ueber den feineren Bau der Spermien der Turbellarien.* Verhandl. d. Anatom. Gesellsch. in Würzburg April 1907.

Zuweilen schwillt aber die helle Zwischensubstanz ganz bedeutend an (Fig. 3), indem sie sich als ein grosser kolloider durchsichtiger Tropfen zeigt; von dem Aussenrande desselben scheint dann ein schmaler Randfaden nach unten hin zu ziehen.

Nach der Maceration der Spermien erkennt man aber nun auch, dass der dickere lange Faden eine Zusammensetzung aus feineren Fasern offenbart. In den Fig. 4 und 5 zeigt er also in der vorderen Partie zwei nebeneinander verlaufende, mehr oder weniger angeschwollene Fasern, welche auch in dem in Fig. 7 abgebildeten Spermium deutlich nachweisbar waren; und diese zwei Fasern lösten sich, wie dieselbe Fig. zeigt, in noch je zwei Fäserchen auf. Dieser lange Faden bietet also einen fibrillären Bau dar, was ich dagegen bei dem kurzen Faden nie wahrnehmen konnte.

Am vordersten, spitzen Ende des langen Fadens liess sich hin und wieder ein feines, stark färbbares Knöpfchen oder Körnchen nachweisen (Fig. 3, 4, 7); in anderen Fällen, und zwar den meisten, konnte ich dies Knöpfchen nicht dartun.

Am hintersten Ende des langen Fadens, d. h. des Spermiums, sah ich in der Regel ein kurzes, feineres und heller gefärbtes *Endstück* (Fig. 1), das spitz endigte. Nach der Maceration sah ich zuweilen von dem hinteren Fadenende eine Faser abgelöst, welche offenbar nur bis zum Anfang des Endstücks hinab gereicht hatte (Fig. 6).

Die hier beschriebenen Verhältnisse deuten also darauf hin, dass die beiden Fäden des Spermiums differenter Natur sind. Der lange Faden hat wohl den Bau eines Schwanzfadens dargetan; der kurze, in Fibrillen nicht zerfallende, welcher zugleich stärker gefärbt wird, kann vielleicht der Kopf- oder Kernsubstanz entsprechen, was mit der von E. Ballowitz gegebenen Deutung der Spermien von Balanus improvisus übereinstimmt. Ob nun auch das zuweilen gesehene vordere Knöpfchen dem Centralkörper entspricht, ist unmöglich zu entscheiden, ohne die Spermiogenese zu kennen. Dasselbe gilt auch in Betreff der von mir hier beschriebenen hellen Zwischensubstanz der Fäden, deren körniger Bau auf eine Protoplasmasubstanz (vielleicht die des Verbindungsstückes) hindeutet.

F. Die Spermien der Isopoden.

(Taf. V, Fig. 1—15.)

Ich werde hier, obwohl die systematische Anordnung gewöhnlich eine andere ist, zunächst die Isopoden, die Amphipoden und die Cumaceen behandeln, und zwar weil die Spermien dieser Tiere nach einem gemeinsamen Typus gebaut sind, um erst dann in der Darstellung zu den Dekapoden zu übergehen.

C. Th. v. Siebold[1]) beschrieb schon im J. 1836 die Spermien von *Porcellio scaber* und *Oniscus asellus* als sehr lang und äusserst schmal, haarförmig, zu Bündeln angeordnet, ohne bemerkbare animalische Bewegung. Durch die Einwirkung von Wasser scheinen sie sich nicht, wie die haarförmigen Spermien vieler anderer wirbellosen Tiere, um sich selbst herum zu drillen. In einer im folgenden Jahre (1837) veröffentlichten Abhandlung äusserte v. Siebold[2]), dass die Spermien der Idothea mit denen der Onisciden in der Hauptsache übereinstimmen. »In Asellus aquaticus zeigen die Spermatozoen aber andere Formverhältnisse, sie besitzen einen langgestreckten Leib mit einem überaus langen Haaranhang (im Original steht »Haaranfang«), äussern aber keine Bewegung.«

Später machte Zenker[3]) die Angabe, dass bei *Asellus aquaticus* zweierlei Spermienformen vorkommen, nämlich eine sehr lange, fadenförmige und eine kürzere und keulenförmige, welche letztere mit ihrem Schwanzende an die fadenförmige befestigt sei. Später wurde dann von G. O. Sars[4]) und la Valette St. George[5]) diese Auffassung richtig gestellt, indem sie zeigten, dass stets je zwei von diesen Elementen zusammen ein Spermium bilden: die kürzeren, keulenförmigen sind Anhängsel der langen, fadenförmigen. Sars verfolgte die Entwicklung dieser Spermien von Asellus und zeigte, dass diese eigentümlichen Spermien sich im Innern von grösseren Zellen entwickeln, indem in jeder solchen Mutterzelle ein grosses Büschel von Spermien samt ihrer langen fadenförmigen

---

[1]) C. Th. v. Siebold, *Ueber die Spermatozoen der Crustaceen, Insecten, Gasteropoden und einiger anderer wirbellosen Thiere.* J. Müllers Archiv 1836.
[2]) C. Th. v. Siebold, *Fernere Beobachtungen über die Spermatozoen der wirbellosen Thiere.* Anhang S. 433. J. Müllers Archiv 1837.
[3]) Zenker, *Ueber Asellus aquaticus,* Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte, herausg. v. Troschel. 20 Jahrg. 1 Band, 1854.
[4]) G. O. Sars, *Les crustacées d'eau douce de Norvège,* 1867.
[5]) von La Valette St. George, *De isopodibus.* Bonn, 1883.

Anhängseln erzogen werden; letztere lösen sich immer mehr aus der Mutterzelle; dann sitzt diese Zelle mit ihrem grossen Kern dem Büschel nur seitlich an und bildet einen Schlauch um dieselben, um schliesslich ganz einzuschrumpfen. Die Spermienbüschel hängen in den Vasa deferentia noch lange zusammen und werden so mit ihren winklig gebogenen Anhängseln nach aussen befördert.

v. la Valette St. George bildete indessen noch als »Spermatosomata adulta» lange, an beiden Enden zugespitzte Fäden ab, deren Köpfe abgelöst und verschwunden waren.

In mehreren umfassenden Abhandlungen legte Gilson[1]) seine ausgedehnten Untersuchnungen über die Spermiogenese der Arthropoden nieder. Hierbei studierte er auch eingehend diesen Vorgang bei den Isopoden (Oniscus asellus, Asellus aquaticus etc.) und zeigte, wie sich die Spermien aus je zwei Teilen aufbauen, nämlich einem langen Faden und einer Kernpartie (Kopf), welche in einem spitzen Winkel mit dem einen Ende des Fadens zusammenhängt. Bei diesen Tieren entwickeln sich die Spermien bündelweise.

Zur Untersuchung habe ich einige Arten von *Idothea* und *Asellus aquaticus* gewählt. Die Spermien der Idotheiden wiesen alle einen bestimmten gemeinsamen Typus auf, so dass ich sie hier in der Darstellung zusammenführe.

a. **Idothea viridis** (Slabber).

(Taf. V, Fig. 1—8.)

Die Spermien von Idothea stellen nicht, wie man früher oft annahm, nur lange Fäden dar, sondern an jedem Faden findet sich ein Anhang, welcher an dem einen, dem dickeren, Ende des Fadens befestigt ist und mit dem Faden einen sehr spitzen Winkel bildet. Die Fig. 1 der Taf. V stellt eine ganze solche Spermie dar, und zwar in der Vergrösserung, welche Zeiss' Apochr. Hom. Imm. 2 mm. Ap. 1.30 mit Ocul. 12 abgibt, wobei ich die sonst von mir gebrauchte 3-malige lineare Vergröss. dieses Bildes nicht appliciert habe, weil dies auf der Tafel einen gar zu grossen Raum einnehmen würde. Die übrigen Figuren (Fig. 2—8) sind dagegen noch 3 mal linear vergrössert. In der Fig. 1 musste der lange Faden aber doch zwei mal gebogen werden, um Platz zu finden. Im normalen Zustande ist er gewöhnlich gerade gestreckt. Dieser lange, im ganzen starre und im lebenden Zustande nie bewegliche Faden verschmälert sich allmählich vom vorderen bis zum hinteren Ende und läuft zuletzt ganz fein und spitz aus. Er ist im ganzen cylindrisch; er ist mit ebener, glatter Oberfläche versehen und hat einen gewissen Glanz. Hier und da trifft man in den Präparaten solche Schwänze, an denen eine äussere, von der Anilinfarbe stärker tingierte Hülle stückweise abgelöst ist und ein heller Axenfaden hervortritt (Fig. 8). Sonst liess sich in den Fäden keine Struktur nachweisen, auch kein Zerfall des Axenfadens in feinere Fibrillen, obwohl eine fibrilläre Zusammensetzung desselben doch recht wahrscheinlich sein dürfte. Am oberen, dickeren Ende spitzt sich ebenfalls der Faden zu, und zwar ziemlich schnell; die Fig. 2 und 3 zeigen dies deutlich. An diesem Ende ist nun der andere Teil des Spermiums befestigt. Dieser Teil besteht aus einem, im Verhältnis zu dem eben beschriebenen Faden kurzen, aber doch in die Länge ausgezogenen, cylindrischen, hellen, durchsichtigen Körper, welcher sich an beiden Enden verschmälert und etwas zuspitzt. Dieser Körper besteht offenbar aus einer weichen Substanz, welche bei der Präparation leicht verdorben wird; er zeigt keine weitere Struktur, färbt sich aber mit Karmin und enthält offenbar Kernsubstanz. An seinem freien, mehr oder weniger verschmälerten und bald abgerundeten, bald mehr spitzen Ende trifft man nur ausnahmsweise (Fig. 3) ein dunkler gefärbtes Stück, welches dann als eine Art »Spitzenstück» imponiert. In den meisten Fällen fehlt es oder stellt es nur ein kleines Knöpfchen dar (Fig. 5).

An dem befestigten Ende fand ich dagegen konstant ein Gebilde, welches sich sowohl nach der Behandlung mit Osmium und Rosanilin, als mit Zenker und Heidenhain intensiv färbt. An der eigentlichen Befestigungsstelle, also am Ende des langen Fadens tritt dieses Gebilde in der Gestalt eines kleinen Klumpens auf, in welchem man einige (3—4) dunkle Körner wahrnimmt (Fig. 2—7), die in etwas verschiedener Gestalt und Anordnung erscheinen und von einer helleren Substanz eingehüllt sind. Es scheint übrigens, als ob die oben beschriebene hellere Partie mit ihrem hinteren Ende an der Befestigungsstelle etwas vorbeischiesse und hier frei hinausrage (Fig. 3 und 6), so dass der dunkle Kornkörper an der unteren Seite dieses Endes befestigt sei. Von dieser Stelle ragt aber nun konstant ein langer, sich nach den angegebenen Behandlungen ebenfalls dunkel färbender Körper, welcher dem hellen cylindrischen Körper dicht anliegt und ihm eine Strecke, an ihm befestigt, nach seinem vorderen Ende hin folgt (Fig. 1—6). Die Gestalt dieses Körpers wechselt ein wenig, indem er zuweilen Einschnürungen und

[1]) G. Gilson, *Etude comparée de la spermatogenèse chez les Arthropodes,* La Cellule, Tom I, 1886.

Ausbuchtugen darbietet und nicht selten am vorderen Ende verschmälert hinausläuft (Fig. 4, 6). Hier und da tritt in ihm eine körnige Beschaffenheit, obschon undeutlich, hervor (Fig. 6). Fig. 7 stellt diesen Apparat dar, nachdem der helle Körper ganz abgelöst und von ihm befreit worden ist.

Wie soll man nun die hier beschriebenen Teile dieser Spermien deuten? In dem hellen vorderen Körper liegt offenbar der *Kopf*, der frühere Kern der Samenzelle, vor. Der lange fadenförmige Teil kann als Homologen, oder wenigstens als Analogon des *Schwanzes*, betrachtet werden. In dem ganzen tingierbaren Körper an der Befestigungsstelle des Kopfes am Schwanze erblickte ich zuerst den Centralkörperapparat, indem dieser dann eine ungewöhnlich starke Ausbildung erfahren hätte. Allmählich kam ich aber zu der Überzeugung, dass der *Centralkörper* in dem einen Ende, und zwar gerade am vorderen Schwanzende, kornförmig stecke: der übrige Apparat und v. a. der nach vorn hin neben dem Kopfe ragende Strang ist aber vielmehr als das *Nebenkörperorgan* aufzufassen. Dass dieses eine solche Form angenommen hat, ist ja nichts einzig dastehendes; im Gegenteil, eine solche Anordnung kommt nicht gerade selten vor; unter den Dekapoden z. B. findet man bei Galathea ganz ähnliche Einrichtungen.

Bei anderen Isopoden, wie auch bei den Amphipoden, treffen wir sie auch ganz gleichartig.

In jüngeren Stadien der Idotheaspermien ist der Kopf nicht so schmal und lang, wie das durch Fig. 1 dargestellte Stadium zeigt, sondern er ist kürzer und rundlicher. Die übrigen Teile sind aber recht früh in der beschriebenen Gestalt vorhanden.

b. **Asellus aquaticus** L.

(Taf. V, Fig. 9—15.)

Die Spermien von Asellus ähneln, ihrem Typus nach, denen der Idotheiden. Sie bestehen aus einem langen schlauchförmigen Teil, welcher den *Kopf* enthält, und einem noch viel längeren, dünnen, steifen, glänzenden Faden, der als Schwanz bezeichnet werden mag. Diese beiden Teile sind mit je einem ihrer Enden derartig an einander befestigt, dass sie mit einander einen spitzen Winkel bilden. Die Fig. 9 stellt das vordere Ende eines solchen Spermiums in derselben Vergrösserung wie die Fig. 1 dasjenige von Idothea, die Fig. 10 aber in derselben Vergröss. wie die Fig. 2 von Idothea (also 3 mal linear grösser als die Fig. 1), dar. Es zeigt sich also, dass der Kopf der Asellusspermien bedeutend grösser ist; vom Schwanzfaden ist nur die vorderste Partie in der Fig. 10 wiedergegeben. Der Kopfteil ist indessen an den Spermien von Asellus von komplizierterem Bau. Die Fig. 10 gibt ein normales, gut gehärtetes Exemplar wieder. Diese Köpfe sind sonst sehr veränderlich, sie werden durch die Präparation so leicht alteriert, dass man sehr vorsichtig sein muss, um nicht irre geführt zu werden. Die Fig. 11 und 14 stellen ein paar solche durch die Präparation etwas veränderte Spermienköpfe dar. Sie vertragen sogar die gewöhnliche Osmiumbehandlung nicht gut, werden dadurch geschrumpft und dunkel; es scheint, als ob sie Fett oder eigentlich Myelin enthalten, indem in ihnen dunkle Kugeln verschiedener Grösse entstehen. Im frischen Zustande bieten sie auch ein fettglänzendes Aussehen. Man unterscheidet an diesen Köpfen verschiedene Abteilungen. Am hinteren, an dem langen Schwanzfaden befestigten Stück, welches mit einem kleinen spitzen oder schmal tütenförmigen hinteren Ende an dem Fadenansatz vorbeizieht (Fig. 9, 10, 11, 13, 14), besteht der Kopf also etwa in einem Drittel seiner Länge aus einem schmalen cylindrischen oder wurstförmigen Stück (Fig. 9, 10, 11), welches die Rosanilinfarbe annimmt; dann folgt ein ebenfalls schmales, cylindrisches Stück, welches in der Regel heller und nur schwach färbbar ist (Fig. 10) und welches sich beim Übergang zum vorderen Teil etwas erweitert. Dieser letztere Teil (Fig. 10) erweitert sich ziemlich stark und immer mehr nach vorn, um sich dann wieder zu verschmälern oder ganz zuzuspitzen (Fig. 9, 11). An seinem vorderen Ende sitzt schliesslich ein nadelförmig endendes Spitzenstück (Fig. 10, 11), welches an gut gelungenen Präparaten sogar mit einem kleinen ringförmigen Körper abgesetzt ist, dessen optische Durchschnitte als zwei Körnchen erscheinen (Fig. 10, 11). In diesem vorderen Teil liegt eine Inhaltsmasse, welche eben der erwähnten fettglänzenden Substanz entspricht, die leicht in Tropfen und Schollen zerfällt und dem Kopfe oft ein sonderbares Aussehen verleiht. Fig. 11 stellt einen solchen Kopf dar. Die genannte Substanz kann oft auch in die hinteren Abteilungen des Kopfes hineinfliessen, und zwar in derselben Kugel- oder Schollengestalt. Ja, man trifft nicht selten solche veränderte Köpfe, die in ihrer ganzen Länge von Kugeln und Schollen durchsetzt sind (Fig. 14 und 15). Ich habe in Köpfen von Spermien anderer Tiere als der Isopoden nie eine solche Beschaffenheit gesehen. Der Inhalt der Köpfe der Asellusspermien scheint gewissermassen eine flüssige oder wenigstens zähflüssige Beschaffenheit zu haben, ungefähr wie Myelin, und kann innerhalb der dünnen

äusseren Hülle wechselnde Formen annehmen. In jüngeren Zuständen ist der Kopf kürzer und dicker, weniger in die Länge ausgezogen (Fig. 15).

Dort, wo am Kopf das vordere Ende des Schwanzfadens befestigt ist, fand ich, wie bei den Idotheiden, einen sich sowohl in Osmium-Rosanilin als in Zenker-Heidenhain stark färbenden Körper, welcher aus einem Korn (Fig. 10, 11, 12, 13) und einem von diesem nach vorn ausgehenden, der unteren-inneren Seite des Kopfschlauches anliegenden, ziemlich kurzen und schmalen Stab (Fig, 10, 12, 13, 14, 15) besteht, der auffallend kleiner als an den Spermien der Idotheiden ist. Ich fasste diesen ganzen Apparat zuerst als zum Centralkörper gehörig auf, bin aber durch die Verhältnisse bei den Idotheiden zweifelhaft geworden, ob auch der Stab dahin gerechnet werden soll, indem er dem Nebenkernorgan entsprechen könnte. Das erwähnte dunkle Korn ist aber jedenfalls ein *Centralkörper*. Eine Verfolgung der Spermiogenese wird dies entscheiden können und ebenso die von Sars und Gilson angebahnte Eruierung der interessanten Entwicklungsverhältnisse im ganzen nach den neueren Untersuchungsmethoden zum Abschluss bringen.

Ich habe ausserdem die Spermien der *Onisciden*, die zu ungefähr demselben Typus gehören, aber in den Bündeln während der Entwicklung in etwas anderer Weise angeordnet sind, recht eingehend studiert; da es mir aber noch nicht gelungen ist, ihre Centralkörper nachzuweisen, werde ich sie diesmal nicht behandeln. Gilson hat übrigens ihre Gestalt und Entwicklung in den wesentlichen Beziehungen richtig dargestellt.

G. Die Spermien der Amphipoden.

(Taf. VI; Taf. V, Fig. 16—21; Taf. VII, Fig 1—4.)

C. Th. v. Siebold[1]) fand (1836) die Spermien von *Gammarus pulex* haarförmig; sie liegen im Hoden der Länge nach dicht aneinander und bilden viele einzelne Haarbüschel. Diese Spermien stimmen nach ihm im ganzen mit denen der Isopoden überein.

R. Bruzelius[2]) beschrieb die Spermien von *Gammarus* als sehr lang, schmal, bewegungslos und aus drei Teilen zusammengesetzt, nämlich aus einem langen, feinen, hinten spitz auslaufenden Faden, welcher am anderen Ende eine punktförmige Anschwellung trägt, wonach ein schmaler faserähnlicher Teil folgt, welcher mit dem längeren Teil stets einen Winkel bildet.

In seiner Arbeit über die Süsswasser-Crustaceen Norwegens hat G. O. Sars[3]) die Spermien der Amphipoden (Gammarus) beschrieben und abgebildet. Die reifen Spermien bestehen aus je einem langen starren Faden, an dessen einem Ende ein schmal spindelförmiger Anhang in spitzem Winkel befestigt ist. Sie entwickeln sich aus rundlichen Zellen, und der Faden wächst allmählich aus der Zelle heraus.

Gilson[4]) untersuchte auch die Spermiogenese der Gammarinen und beschrieb die sich reifenden Spermien als aus je einem langen Faden und einem winklig an ihm befestigten schmalen Kopf zusammengesetzt.

Von Amphipoden habe ich mehrere untersucht, v. a. mehrere *Gammarinen* und ausserdem *Phronima*, *Corophium* und *Caprella*.

a. Gammarus.

(Taf. VI, Fig. 1—19.)

Bei den von mir untersuchten Gammarinen zeigte sich der Typus der Spermien sehr gleichartig, aber die Länge der Teile, v. a. des Schwanzes, war ziemlich verschieden. Die Fig. 1 und Fig. 3 geben zwei Extreme dieser Art wieder. In Fig. 1 findet man ein Spermium mit langem, schmalem, cylindrischem, nach vorn hin etwas

---

[1]) C. Th. v. Siebold, *Ueber die Spermatozoen der Crustaceen, Insecten, Gastropoden und einiger anderer wirbellosen Thiere.* J. Müllers Archiv, 1836.
[2]) Ragnar Bruzelius, *Bidrag till kännedomen om Amphipodernas inre byggnad.* Öfvers. af K. Vetensk. Akad. förhandlingar, årg. 16, 1859, N:o 1.
[3]) G. O. Sars, *Les crustacées d'eau douce de Norvège.* 1867.
[4]) G. Gilson, *Etude comparée de la spermatogenèse chez les arthropodes*, La Cellule, T. I. 1886.

verschmälertem und abgerundet endendem Kopf, ohne sichtbare Struktur und ohne Spitzenstück. Die Fig. 3 zeigt einen etwas längeren Kopf und am freien Ende ein Knöpfchen. Am entgegengesetzten Ende sind beide mit einem Apparate versehen, welcher schief konisch gestaltet ist, indem an der einen Seite ein längerer Fortsatz nach vorne ragt; am hinteren schmäleren, quer abgestutzten Ende dieses sich sowohl in Osmium-Rosanilin als in Zenker-Heidenhain stark färbenden Körpers befestigt sich das sehr verdünnte Halsstück des Schwanzes; wenn der Schwanz von ihm abgelöst ist (Fig. 11 und 16), bemerkt man an seinem Ende ein dunkel gefärbtes Körnchen, welches offenbar als *Centralkörper* erscheint; dieses Körnchen steckt sonst im hinteren Ende des konischen Körpers, wie die Fig. 1, 2, 5, 9, 13, 17—19 zeigen. Die Gestalt des konischen Körpers wechselt etwas, wie aus den Fig. 1—10, 12—15, 17—19 hervorgeht. Offenbar hat man hier einen Apparat vor sich, welcher dem bei den Spermien der Isopoden beschriebenen homolog ist. Wie bei diesen, meinte ich früher den ganzen Apparat zu dem Centralkörperorgan rechnen zu dürfen, was ja nicht ganz unmöglich wäre. Indessen spricht auch das Aussehen und die Lage des konischen Körpers dafür, dass er dem Nebenkernorgan entspricht, obwohl es mir nicht gelang, eine körnige Zusammensetzung desselben nachzuweisen. In dem in Fig. 2 abgebildeten Spermium konnte man am hinteren Ende des Körpers ein hinausragendes Stäbchen sehen, was aber nur ausnahmsweise vorkommt. Hinter dem Centralkörnchen und dem danach folgenden schmalen hellen Halsstück ist der Schwanz in den genannten Präparaten gewöhnlich wieder dunkel gefärbt, in der Gestalt eines Fleckens oder Körnchens, wie die meisten Fig. und besonders die Fig. 17, 18 und 19 zeigen; ob nun auch dieses Gebilde zu dem Centralkörperorgan gehört, konnte ich nicht entscheiden.

Der *Schwanz* bildet sonst, wie angeführt wurde, einen Strang von verschiedener Länge bei verschiedenen Tierarten. Er ist abgeplattet und verbreitert sich allmählich bandartig nach hinten hin, um sich dann am hinteren Ende wieder zu verschmälern und mit langem, spitzem Stück zu endigen; ein besonderes Endstück findet sich nicht. Eine Struktur liess sich in dem Schwanze nicht nachweisen; durch Maceration konnte ich also keinen Zerfall in Fibrillen dartun.

Der Kopf bildet mit dem Schwanze einen spitzen Winkel (Fig. 4); er lässt sich aber durch Präparation in verschiedene Lagen bringen, wie dies des Raumes wegen meistenteils auf der Tafel geschehen ist.

b. **Phronima** SPEC.

(Taf. VI, Fig. 20—22.)

Die in der Körperhöhle der Maneten, v. a. der Aurelia aurita, lebende Phronima besitzt Spermien, welche nach einem dem der Gammarinen sehr nahe stehenden Typus gebaut sind. Als ich vor einigen Jahren die Taf. VI ausführen liess, hatte ich noch keine ganz fertigen Spermien von Phronima zu sehen bekommen, weshalb die Fig. 20 dieser Tafel (VI) ein solches Spermium in noch etwas unreifem Stadium wiedergibt, und die Fig. 21 einen Kopf darstellt, welcher etwas weiter entwickelt ist. Später fand ich aber auch reife Spermien; diese boten eine Form des Kopfes dar, welche derjenigen der Gammarinen sehr ähnlich war, indem sie sich als lang, schlauchförmig zeigte und einen spitzen Winkel mit dem langen fadenförmigen Schwanze bildete, weshalb es sich nicht lohnte, eine neue Tafel für diese reifen Spermien anordnen zu lassen.

Das in Fig. 20 abgebildete unreife Spermium zeigt einen blasig aufgetriebenen Kopf, in der geringeren Vergrösserung (Z. Apochr. Hom. Imm. 2 mm., Ap. 1.30, Okul. 12), ohne die sonst von mir, auch in den Fig. 21 und 22, noch zugefügte 3-malige lineare Vergrösserung. Am freien, vorderen, Ende des Kopfes fand sich ein schalenförmiger Beleg, der sich in Osmium-Rosanilin färbte und offenbar einen allmählich verschwindenden Protoplasmarest darstellte; in Fig. 20 sieht man noch eine Anzahl kleinerer Protoplasmateile in der Kopfhülle. Am hinteren Ende des Kopfes findet sich ein konischer Körper, welcher sich in Osmium-Rosanilin dunkel färbt, am hintersten, spitzen Ende aber heller bleibt; und in dem etwas zugespitzten vorderen Schwanzende, welches sich hier ansetzt, erkennt man (Fig. 21) ein scharf begrenztes, sich dunkel färbendes Körnchen. Dieses letztere ist offenbar der eigentliche *Centralkörper*. Wie bei den Spermien der Gammarinen, betrachtete ich den konischen Körper am hinteren Kopfende zuerst auch als zum Centralkörperapparat gehörig, halte es aber nunmehr für recht wahrscheinlich, dass er das Nebenkernorgan ist.

Der *Schwanz* ist, wie erwähnt, lang fadenförmig; er schwillt aber vom vorderen zugespitzten Ende bald allmählich an und bildet einen nicht eben dünnen Schlauch, welcher sich am hinteren Ende wieder immer mehr

verschmälert. In diesem Schlauch, und zwar sowohl im unreifen Zustand (Fig. 22) als auch im fertigen, sah ich eine einzige, steife, sich bei der Präparation knickende Faser, welche in dem ganzen Schwanzschlauch eingeschlossen liegt.

Ein abgesetztes Endstück liess sich nicht nachweisen.

c. **Caprella linearis** L.

(Taf. VII, Fig. 1—4.)

In seiner Monographie über die Caprelliden des Golfes von Neapel bespricht Paul Mayer [1]) auch die Spermien derselben. Er zeigt, dass sie zum Typus der Amphipoden gehört.

Die Spermien dieses Tieres bieten in der Tat den echten Typus der Amphipoden-Spermien dar. An einem ausgezogenen, cylindrischen oder wurmförmigen Kopf ist ein längerer, steifer Schwanz hinten befestigt. Der Kopf, welcher 2 1/2—3 1/2 mal kürzer als der Schwanz ist, bildet mit diesem in der Regel einen spitzen oder auch zuweilen einen rechten Winkel. Am freien, abgerundeten Ende des Kopfes findet man kein eigentliches Spitzenstück, wohl aber zuweilen einen kleinen Knopf; am hinteren Ende desselben ist aber stets ein nach vorn hin gelappter, konischer, sich bei der Osmium-Rosanilin-Behandlung stark färbender Körper vorhanden, welcher denen der anderen Amphipoden-Spermien ähnlich ist, und wahrscheinlich dem Nebenkernorgan entspricht, falls es sich nicht durch die Spermiogenese zeigen sollte, dass er zum Centralkörperorgan gehört. In der Spitze dieses konischen Körpers steckt sicherlich hinten ein Centralkörperkörnchen, obwohl es mir nicht gelang, dasselbe ganz deutlich zur Ansicht zu bringen.

Der *Schwanz*, welcher mittelst eines dünnen Halsstückes an dem Hinterende des konischen Körpers befestigt ist, erweitert sich schnell zu einem ausgezogen spindelförmigen Blatte, welches an zwei Seiten stark abgeplattet ist. Von der Seite gesehen, nach welcher der Kopf hinausragt (Fig. 1 und 2), erscheint der Schwanz ganz schmal und nach der entgegengesetzten Seite konvex gebogen. Von der Fläche gesehen (Fig. 3 und 3), zeigt der Schwanz seine grösste Breite etwa an seiner Mitte und verschmälert sich dann nach hinten hin, um zuletzt schmal fadenförmig auszulaufen, ohne ein eigentliches Endstück darzubieten. Eine feinere Struktur, etwa ein Zerfall in Fibrillen, liess sich in dem Schwanze nicht nachweisen.

d. **Corophium grossipes** L.

(Taf. V, Fig. 16—21.)

Die Spermien dieses Tieres gehören zu demselben Typus, wie die von Caprella und sind, wie diese, ziemlich klein. Sie bestehen aus einem schlauchförmigen, bald mehr gestreckten oder sogar cylindrischen, bald kürzeren, ovalen oder blasenförmig abgerundeten *Kopf* von geringem Umfange und einem winklig an dessen hinterem Ende befestigten, etwa vier mal so langen, spindelförmig gestalteten *Schwanz*. Der *Kopf* hat kein besonderes Spitzenstück und zeigt auch sonst keine weitere Struktur, trägt aber an seinem hinteren Ende einen in Osmium-Rosanilin sich stark färbenden, konischen Körper, welcher das Hinterende des Kopfes umgibt und an ihm gelappte Fortsätze nach vorn hin sendet, von denen der untere, d. h. an der »unteren» Seite des Kopfes befindliche in der Regel länger und stärker ausgeprägt ist. Die Fig. 16—18 und 20 stellen verschiedene Formenvarietäten dieses Körpers dar. Von hinten betrachtet (Fig. 19), zeigt sich dieser Körper abgeplattet. Er enthält in seinem hintersten zugespitzten Teil ein verhältnismässig grosses Korn (Fig. 18, 19, 21), welches als der eigentliche *Centralkörper* aufzufassen ist, während der übrige Körper, wie bei den anderen Amphipoden und auch bei den Isopoden, das Nebenkernorgan sein kann. An diesem Korn ist das nadelförmig schmale Halsstück des Schwanzes befestigt; er verbreitert sich bald danach und zeigt sich, von der Fläche betrachtet (Fig. 19), ungefähr wie es bei den Spermien von Caprella der Fall ist, am breitesten an der Mitte, um dann sich wieder zu verschmälern und am hinteren Ende spitz auszulaufen, ohne jedoch ein eigentliches Endstück zu besitzen. Längs seiner Mitte enthält er einen steifen, sich färbenden Faden (Fig. 19), welcher sich bis in die beiden Enden fortsetzt und vorn das Halsstück bildet. Von der Seite gesehen (Fig. 16 und 17), erweist sich der Schwanz stark gebogen, und zwar besonders im unteren Drittel (Fig. 16), wo er sogar etwas winklig gekrümmt ist. An seiner Mitte oder etwas tiefer unten zeigt er an der konkaven Seite eine mehr oder weniger blasige Ausbuchtung seiner Hülle. Diese Ausbuchtung enthält eine helle, strukturlose Substanz. Sie vermindert sich immer mehr bei den reifen Spermien.

---

[1]) Paul Mayer. *Die Caprelliden des Golfes von Neapel*, 1882, S. 160.

H. Die Spermien der Cumaceen.

(Taf. VII, Fig. 5—11.)

Da es mir von besonderem Interesse war, auch den Typus der Spermien der Cumaceen kennen zu lernen, habe ich die mir zugänglichen *Diastylis* und *Leucon* untersucht.

Die einzigen Angaben über die Spermien dieser Tiere, die ich in der Litteratur finden konnte, sind in G. O. Sars [1]) grossem Werke über die Crustaceen Norwegens enthalten. Diese Spermien (Leucon, Diastylis) haben nach ihm eine bedeutende Grösse und sind zu Bündeln von etwa 12 Stück angeordnet, welche je von einer Keimzelle stammen. Jedes Spermium besteht aus zwei in spitzem Winkel vereinigten Teilen, deren kleinerer Spuren eines Kernes an der Basis zeigt und bei den verschiedenen Cumaceen bald mehr lanzettförmig, bald mehr fadenartig, zuweilen auch gewunden ist, Dieser Teil scheint dem Spermiumkopfe zu entsprechen. Der andere, dem Schwanze entsprechende Teil stellt einen dünnen Faden von elastischer Konsistenz dar, hinten zugespitzt endigend, und ist bedeutend länger als der erstere Teil.

a. Diastylis tumida (Lillj.).

(Taf. VII, Fig. 5—8.)

Es zeigte sich schon beim ersten Anblick, dass diese Spermien zu demselben Typus, wie derjenige der Amphipoden und Isopoden-Spermien, gehören. Man hat auch hier einen langen, wimpelförmigen Kopf, an dessen hinterem Ende ein sehr langer, dünner, steifer, fadenförmiger Schwanz befestigt ist. Die Fig. 5, 6 und 7 stellen den Kopf dar, und zwar Fig. 7 dreimal linear mehr vergrössert als die Fig. 5 und 6, welche nur die Vergröss. gibt, welche Zeiss' Apochr. Hom. Imm. 2 mm. Ap. 1.30 nebst Okul. 12 liefert. Die Fig. 5 stellt das ganze Spermium dar, wobei aber der steife Schwanzfaden viermal gebogen werden musste, um auf der Tafel Platz zu finden.

Der Kopf ist also in der Tat sehr lang und von cylindrischer Form, nach vorn hin sich allmählich verschmälernd. Bei genauer Untersuchung erkennt man, dass er zwei verschiedene Partien darbietet, einen längeren dunkleren hinteren, und einen kürzeren, etwa ein Drittel der Gesammtlänge betragenden, helleren vorderen, welcher, falls er einem Spitzenstück entspricht, ungewöhnlich lang ist; in dem vorderen Stück sind zuweilen rundliche Körner sichtbar. An dem hinteren Ende des Kopfes findet sich ein eigentümlich gestalteter, aus Körnchen gebildeter Körper, mittelst dessen das vordere Schwanzende an ihm befestigt ist (Fig. 5). Ob dieser Körper als der Centralkörper oder als das Nebenkernorgan oder beide diese Teile enthaltend anzusehen sei, welches letztere wohl wahrscheinlich ist, liess sich in den Präparaten nicht entscheiden. Zuweilen zeigte sich dieser Körper als eine Kugel oder Blase (Fig. 6 und 7), die keine weitere Struktur darbot.

Der *Schwanz* fing ziemlich schmal an, verdickte sich aber dann allmählich spindelförmig, wurde indessen dann wieder dünner (Fig. 5) und lief als feiner Faden bis zum hinteren Ende, welches kein besonderes Endstück aufzuweisen hatte. Das vordere Ende des Schwanzes bot aber eine eigentümliche Beschaffenheit dar; es löste sich nämlich die spindelförmige Verdickung in eine Menge feiner steifer Fasern auf, die wie ein Büschel das Vorderende umgab (Fig. 6, 8). Diese Fasern hängen mit dem erwähnten verbindenden Körper zusammen, was sich besonders dann zeigt, wenn der eigentliche Schwanzfaden vom Kopfe abgelöst worden ist, wie die Fig. 7 zeigt. Wenn aber dieser Körper dem Schwanze gefolgt ist, wie in der Fig. 8 geschehen ist, so strahlen die Fibrillen von dem Körper rings um den Schwanz nach hinten hin.

b. Leucon nasicus Krøy.

(Taf. VII, Fig. 9—11.)

Die Spermien von Leucon bestehen aus einem langen, schmalen, wurmförmigen Kopf und einem an dessen hinterem Ende in sehr geringem Winkel befestigten, sehr langen Schwanz, welcher mehrere Fasern enthält. Die Fig. 9 gibt in derselben Vergrösserung wie die Fig. 5 von Diastylis den Kopf und die vordere Partie des Schwanzes von Leucon wieder. Die Fig. 10 und 11 stellen das hintere Ende des Kopfes in noch 3-maliger linearer Vergrösserung dar.

[1]) G. O. Sars, *An Account of the Crustacea of Norway.* Vol. III, *Cumacea*, Bergen 1900.

Der *Kopf* ist, wie erwähnt, sehr lang und schmal, cylindrisch, er verschmälert sich aber noch mehr nach seinem vorderen Ende hin und endigt ziemlich spitz, ohne besonderes, abgesetztes Spitzenstück. Man unterscheidet aber an ihm hinten ein spindelförmig erweitertes, helleres Stück (Fig. 9, 10 und 11), in dem nur sehr undeutlich eine körnige (oder netzförmige) Substanz hervortritt, während jedoch in dem übrigen, langen Teil innerhalb der umgebenden dünnen Hülle ein dunklerer, körnig-fadiger Bau sich zeigt.

Am hinteren Ende des Kopfes, wo sich der Schwanz ansetzt, findet sich ein aus rundlichen Körnern zusammengesetzter Körper (Fig. 10), welcher in der Tat einem Nebenkernorgan ähnlich ist. Den eigentlichen Centralkörper, welcher wohl in diesem Klumpen steckt, habe ich nicht nachweisen können; das mir zugängliche Material war aber ziemlich beschränkt.

Es zeigte sich, dass der Schwanz aus getrennten, nebeneinander verlaufenden, sehr langen, starren, dünnen Fäden besteht. Zuweilen traf ich zwei von ihnen, zuweilen auch drei, wie dies die Figuren angeben. Keine von diesen Fasern war dicker als die anderen, und sie schienen einander ganz gleich zu sein. Nie traf ich Spermien mit nur einem, und dann dickeren Schwanzfaden, so dass ich nicht glaube, dass die angetroffenen 2—3 Fäden durch den Zerfall eines einzigen enstanden sind.

Sowohl die Spermien von Leucon als diejenigen von Diastylis zeigen also in ihrer Organisation gewisse Verschiedenheiten von denen der Isopoden und der Amphipoden. Im ganzen lässt sich jedoch sagen, dass die Spermien der untersuchten Cumaceen zu demselben Typus, dem sog. Wimpeltypus, gehören.

I. Die Spermien der Schizopoden.

(Taf. VIII—X.)

Über die Spermien der Mysiden liegen einige ältere Beobachtungen vor.

C. Th. von Siebold [1]) äusserte (1837): »die Spermatozoen der *Mysis vulgaris* weichen in ihrer Gestalt und ihrem Verhalten wenig von dem ab, was die Samenthierchen des Gammarus pulex darbieten». Diese haben nach ihm eine sehr langgestreckte und schmale, haarförmige Gestalt. Abbildungen der Spermien von Mysis brachte er nicht.

H. Frey und R. Leuckart [2]) gaben eine ausführlichere Darstellung dieser Spermien von *Mysis vulgaris*. Diese sind nach ihnen sehr lang, bis zu $^1/_5$‴, durchaus bewegungslos, nicht zu Bündeln vereinigt. Die Verf. verfolgten in den Hodenbläschen die Entwicklung dieser Spermien aus kleinen rundlichen Zellen, an welchen ein Fortsatz auswächst, der sich allmählich sehr verlängert. Der Kern der Zelle schwindet jetzt ganz allgemein. Endlich löst sich der Fortsatz von der Zelle ab, wobei diese zu Grunde zu gehen scheint, und liegt als ein stabförmiger Körper, mit abgerundetem oder mit einem spitzen Ende versehen in dem Hodenbläschen. Oftmals sind Stab und Faden gegeneinander zurückgebogen. Der Faden reisst schliesslich vom Stabe ab und wird somit zum ausgebildeten Samenfaden.

Dann findet man (v. J. 1861) über diese Spermien eine kurze Beschreibung von P. J. Van Beneden [3]). Sie sind nach ihm ungewöhnlich gross, bestehen aus einem sehr langen Faden, welcher in zwei ungefähr gleich grosse Teile geteilt ist, von denen doch der eine ein wenig grösser ist. Die beiden Teile sind gegen einander in der Form eines V gebogen. Diese Spermien zeigen keine bemerkbare Bewegung.

Die Spermien von Mysis sind dann eingehender von G. O. Sars geschildert und abgebildet worden. Sein im Jahre 1867 veröffentlichtes Werk über die Naturgeschichte der norwegischen Süsswasser-Krustaceen [4]) enthält nämlich eine Darstellung der Hoden und der Spermien von *Mysis oculata* Fabr., var. relicta Lovén, und zwar in verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung, mit mehreren Figuren (Pl. III, Fig. 21—33), welche, obwohl in sehr kleinem Massstab, im allgemeinen ihre Gestalt und Formveränderungen, aber nicht ihren feineren Bau, richtig wiedergeben. Aus seiner Beschreibung will ich hier folgendes anführen. Die Hoden bestehen, sagt er, aus zwei symmetrischen Seitenhälften, welche aus je einem Ausführungskanal und dem eigentlichen Keimteil zusammen-

---

[1]) C. Th. v. Siebold, *Fernere Beobachtungen über die Spermatozoen der wirbellosen Thiere.* Anhang, S. 433. J. Müllers Archiv 1837.

[2]) Heinrich Frey und Rudolf Leuckart, *Beiträge zur Kenntniss wirbelloser Thiere mit besonderer Berücksichtigung der Fauna des Norddeutschen Meeres,* 1847. Über die Gattung Mysis S. 110.

[3]) Pierre J. Van Beneden, *Recherches des Crustacés du littoral de Belgique.* Mémoires de l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. T. 33. 1861.

[4]) G. O. Sars, *Histoire naturelle des crustacées d'eau douce de Norvège,* 1. Livr., Les Malacostracés. Christiania, 1867.

gesetzt sind; dieser letztere Teil besteht aus einer Anzahl rundlicher Blindsäcke, von denen die vorderen kleiner sind. In dem Ausführungskanal, welcher vorn z. T. blasenförmig erweitert ist, findet man massig angesammelte reife Spermien. Diese zeigen zwei Bestandteile, welche in sehr spitzem Winkel mit einander vereinigt sind, nämlich einen kürzeren, dem Spermiumkopfe der höheren Tiere entsprechenden, schmal cylindrischen Teil, dessen befestigtes Ende etwas spitzer ist als das freie, sehr dünne, oft unregelmässig gebogene oder gewundene Ende. Der andere Teil des Spermiums, welcher dem Schwanze entspricht, ist mehr als doppelt so lang, sehr fein und fadenförmig; die aus dem Kanal befreiten Spermien zeigen keine merkbare Bewegung. Der Inhalt der seitlichen Blindsäcke bietet verschiedene Entwicklungsstadien der Spermien dar; in einigen findet man also die primitiven Stadien, als runde Zellen mit körnigem Inhalt; in anderen sind die Zellen birnenförmig ausgezogen; und bei hinreichender Vergrösserung erkennt man, dass der Inhalt der Zellen sich der Länge nach in drei schlüsselförmige, von einer gemeinsamen Hülle umgebene Körper gespaltet hat; an dem dickeren Ende derselben, wo sich der Schwanz entwickelt, findet sich ein Anhängsel in Gestalt einer abgerundeten Blase. Bei der Untersuchung der anderen Blindsäcke lässt sich die Entwicklung schrittweise verfolgen. Die birnenförmigen Zellen, die sich noch mehr verlängert haben, zeigen sich immer als aus drei regelmässig aneinander gereihten und von einer gemeinsamen Hülle umgebenen Partien zusammengesetzt; an dem blasenförmigen Anhängsel sieht man deutlich die Schwanzfäden der drei Spermien eng spiralig gerollt; bei genauerer Untersuchung der aus der Kapsel befreiten Spermien erkennt man, dass der Schwanzfaden von dem spitzen Ende der Spermien ausgeht. In denjenigen Blindsäcken, wo die Spermien am meisten entwickelt sind, haben diese fast vollständig die verlängerte Gestalt der reifen Spermienkörper bekommen, die Schwanzfäden sind aber noch nicht voneinander getrennt, sondern hängen etwa schraubenförmig zusammen; das dicke Ende ist bedeutend schmäler geworden und scheint zur Bildung des übrigen Spermiums gedient zu haben, wonach es zu dem oben erwähnten dünnen Ende des reifen Spermiums umgewandelt ist.

Mysis oculata Fabr.

(Taf. VIII—X.)

Nach der Darstellung von Sars im J. 1867 scheinen die Spermien von Mysis nicht der Gegenstand von Untersuchungen gewesen zu sein, bis ich im Sommer 1906 in der schwedischen Zoologischen Station dieser merkwürdigen Spermienform eingehendere Studien widmete. Es zeigte sich dabei bald, dass man den Bau der reifen Spermien erst durch die Verfolgung der verschiedenen Entwicklungsstadien genauer zu eruieren vermag. Wie Sars, fand ich auch sogleich bei den sämtlichen älteren Männchen die verschiedenen Entwicklungsstadien in den getrennten Blindsäcken der Hoden. Nur einige frühere Stadien, und gerade diejenigen, in welchen die erste Anlage des Schwanzfadens zu erkennen wäre, konnte ich leider nicht finden. Hierdurch blieben mir einige wichtige Glieder der Entwicklungskette verborgen. Teils infolgedessen, teils auch um den bei der Beschreibung der übrigen Spermien gefolgten Prinzipien treu zu bleiben, werde ich auch bei Mysis mit der Darstellung der reifen Spermien beginnen und erst danach die verschiedenen Entwicklungsstadien derselben schildern, um das reife Stadium genauer zu erklären.

Die *reifen Spermien* von Mysis, welche gewöhnlich in strotzender Menge die Ausführungsgänge der Hoden ausfüllen, in denen sie der Länge nach in etwas spiraliger Anordnung dicht an einander gedrängt liegen, haben die Gestalt der in Fig. 1 der Taf. VIII abgebildeten Spermie. Sie sind ausserordentlich lang, gehören zu den längsten Spermien, die man kennt; es war, um auf der Tafel Platz zu finden, notwendig, sie nur in der Grösse abbilden zu lassen, wie sie bei Zeiss' Apochr. Hom. Imm. 2 mm., Ap. 1.30, Ok. 12 erschien, ohne die bei den meisten anderen Spermien von mir benutzte weitere 3-malige Linearvergrösserung zu applicieren. Und zugleich musste sowohl die Kopfpartie als der Schwanzfaden gebogen werden, der letztere sogar dreimal, wie er wohl nie im Leben liegt. Wie aus der Betrachtung der genannten Figur hervorgeht, bestehen diese Spermien, in Uebereinstimmung mit der Beschreibung von Sars, aus einem langen, schmal cylindrischen Teil, welcher offenbar dem Kopfe zu entsprechen scheint, und einem noch viel längeren und schmäleren Teil, welcher in sehr spitzem Winkel mit dem ersten Teil verbunden ist und dem Schwanze entspricht. Indessen liegen bei diesen Spermien ganz eigentümliche Bauverhältnisse vor, so dass besonders am sog. Kopfteil die Zusammensetzung komplizierter als sonst ist. Dieser Teil besteht nämlich, wie Sars angibt, aus einer cylindrischen, am befestigten Ende spitzeren und einer freien, sehr dünnen, oft unregelmässig gebogenen oder gewundenen Partie; die lange und schmale cylindrische Partie, welche steif und glänzend ist, stellt eigentlich eine Röhre dar (Fig. 4 der Taf. VIII), die einen körnigen Inhalt hat, der zuweilen scharf hervortritt (Fig. 12 ders. Taf.); die Röhrenschale ist hart, homogen, wahrscheinlich chitinhaltig, mit ziemlich

paralleler, ebener äusserer und innerer Fläche. Am hinteren Ende, wo der Schwanzfaden anhaftet, verändert sich die Form der cylindrischen Röhre in der Weise, dass sie sich zuerst abplattet und etwas breiter wird, um sich dann zuzuspitzen, indem sie sich nach der Seite hin, wo der Schwanzfaden angeheftet ist, bald mehr, bald weniger hakenförmig umzubiegen und spitz knopfförmig zu endigen pflegt (Fig. 1, 4, 8, 12, 13, 14 der Taf. VIII). An der konkaven Seite bemerkt man eine längslaufende Rinne (Fig. 4, 8, 12, 13), welche an ihren beiden Enden, vor allem aber vorn, schmäler wird und zugespitzt endigt (Fig. 8 und 13); diese Rinne ist, wie der Querschnitt (Fig. 7) zeigt, tief und an ihrem Boden zugespitzt, an den freien Rändern aber von einer kleinen wallartigen Erhebung eingerahmt (Fig. 8, 13). Von der Seite betrachtet (Fig. 14) zeigt das hakenförmige Ende der Röhre die relative Tiefe der Rinne, indem die sie seitlich begrenzenden Partien heller erscheinen. Hinten findet man oft nach einer kleinen Einschnürung wieder eine ovale Erweiterung, vor dem hinteren Rinnenende (Fig. 8, 13); gerade in dieser Erweiterung ist der Schwanzfaden angeheftet (Fig. 8). Nach der Behandlung mit Zenker-Heidenhain findet man zuweilen die vordere Partie der Rinne von geschwärzten Rändern eingerahmt (Fig. 12), obwohl man sonst keine besondere Gewebsstruktur hier bemerkt.

Dann erkennt man noch, obwohl nur in selteneren Fällen, eine mehr oder weniger ausgesprochene blasige Auftreibung des hinteren Endes. Es hängt dieselbe offenbar von einer Erweiterung des inneren Kanales ab. Die Fig. 16 der Taf. VIII stellt ein Beispiel dar, wo der erweiterte Kanal hell gegen die dunkle Kapselhülle hervortritt (Zenker-Heidenhain). In Fig. 9 und 15 ist die Erweiterung noch viel ausgesprochener mit bedeutender Verdünnung der Hülle; man sieht hier auch, wie der Kanal gegen das hintere Ende hin verschmälert endigt. Gegen die oben beschriebene äussere Rinne der konkaven Fläche ist der Kanal stets durch eine mehr oder weniger dünne Wand abgeschlossen.

Das vordere Ende des cylindrischen röhrenförmigen Stabes ist fast immer stumpf abgerundet und gewöhnlich etwas schief abgestutzt (Fig. 1, 2, 4, 6 der Taf. VIII). Der innere Kanal ist hier abgeschlossen (Fig. 4). Dies Ende des Stabes steckt in einer es umgebenden dünnen Hülle, welche ohne hintere Grenze auf den Stab übergeht und mit seiner Fläche so eng verwachsen ist, dass man ihre hintere Fortsetzung nicht wahrnehmen kann. Diese Hülle geht vorn in die vordere Partie des Kopfes über und bildet die äussere Begrenzung derselben. Diese Partie, welche von Sars als sehr dünn, oft unregelmässig gebogen oder gewunden, bezeichnet wird, zeigt stets zwei verschiedene Regionen, eine hintere dunklere und eine vordere hellere; bei genauerer Untersuchung zeigt es sich, dass die äussere dünne, unstrukturierte Hülle den beiden Regionen ohne Abgrenzung angehört, dass aber die hintere Region cylindrisch ist und einen körnigen, dunkleren Inhalt hat, während die vordere in der Regel leer und zusammengefallen, gewöhnlich sogar abgeplattet und mit mehr oder weniger ausgesprochenen kleinen Falten versehen ist. Die Fig. 1, 3, 4 und 5 der Taf. VIII zeigen die gewöhnlichen Variationen dieser Partie, welche oft mehr gerade nach vorn hin hervorragt, aber nicht selten nach einer Seite gebogen liegt. Bei starker Vergrösserung erkennt man, dass die hintere dunklere Region derselben eine Menge rundlicher Körner enthält, welche in eine sehr geringe Zwischensubstanz eingestreut liegen (Fig. 6 der Taf. VIII). Zuweilen hat sich diese körnige Substanz etwas zusammengezogen (Fig. 3), wobei man die äussere dünne Hülle um sie herum vorbeiziehen sieht. Nicht selten nimmt das vordere Ende des körnigen Inhalts die angewandten Färbungsmittel kräftiger auf (Fig. 5). Ferner treten hier und da, besonders in Präparaten, die mehr geschrumpft erscheinen, die oben erwähnten Fältchen ausgesprochener hervor (Fig. 2) und bilden dann verschiedenartige eigentümliche Runzelungen der Hüllenoberfläche.

Der *Schwanzfaden* ist beinahe dreimal — wenigstens $2^1/_2$ mal — so lang, als die oben beschriebene sog. Kopfpartie und stellt einen sehr schmalen, cylindrischen Faden dar, welcher sich vorn schnell zuspitzt — Fig. 10 der Taf. VIII gibt dies vordere Ende stark vergrössert wieder — und mit seiner Spitze in die oben erwähnte vordere Partie der Rinne des hinteren Kopfendes in der Weise befestigt ist, dass es mit ihr einen spitzen Winkel bildet. Die Fig. 4 und 11 der Taf. VIII stellen dies Verhältnis von der Seite und Fig. 1 von der Fläche dar. Diese Befestigung ist indessen so lose und ohne besondere wahrnehmbare Einrichtung angeordnet, dass sich der Schwanzfaden von dem Kopfe beim leisesten Zuge abtrennt. Infolgedessen findet man in den Präparaten zahlreiche Köpfe ohne anhaftenden Schwanzfaden.

Der Schwanzfaden verschmälert sich nach seinem hinteren Ende allmählich immer mehr und endigt zuletzt sehr fein zugespitzt (Fig. 1 der Taf. VIII). Er ist hell und steif, nimmt sehr ungerne Farben auf, ist eben und glatt, gerade verlaufend oder nur wenig gebogen und zeigt keine weitere Struktur, keine besonderen Abteilungen und kein abgetrenntes Endstück.

Hier oben ist nun bei diesen sonderbaren Spermien der eben beschriebene lange schmale Faden als *Schwanz*, der übrige, vordere Teil als *Kopf* aufgefasst. Was den letzteren betrifft, ist aber die Sache nicht so leicht entschieden. Der Kopf anderer Tierspermien besteht ja grösstenteils aus dem umgewandelten Kern der männlichen generativen Zelle, und an demselben erkennt man dann mehr oder weniger deutlich noch eine Hülle und ein vorderes Spitzenstück, sowie hinten einen Centralkörper oder mehrere solche am hinteren Kopfende, wo der Schwanz befestigt ist. Wo sind aber an den Mysisspermien diese Teile? Man hat hier eine lange cylindrische, steife, glänzende Kapselhülle mit einem inneren Kanal, der einen feinkörnigen Inhalt zeigt, sowie vorn davon eine dünne Hülle mit einer Ansammlung von Körnern im hinteren Teil. Wo sind aber der Spermakern und die Centralkörper? Durch das Studium der reifen Spermien lässt sich diese wichtige Frage nicht entscheiden.

Es ist deshalb nötig, durch die Untersuchung der Entwicklung der Spermien die Sache zu eruieren zu versuchen.

In den jüngsten Stadien erkennt man in den blasigen Blindsäcken des Hodens zwei Arten von Zellen, von denen eine mit grossen grobkörnigen Kernen und undeutlichen Zellgrenzen versehen ist und eine einfache wandständige Lage an der Sackwand bildet (Fig. 16 der Taf. X). Die zweite Art, welche den Sack ausfüllt, zeigt deutliche Zellgrenzen, eine rundlich-ovale oder etwas eckige Gestalt, sowie in dem ziemlich reichlichen Protoplasma verhältnismässig kleine Kerne, deren Nukleinnetz fein verzweigt ist (Fig. 16). Zuweilen findet man nun, d. h. in einzelnen Blindsäcken, diese Zellen sämtlich in Teilungsstadien. In den Fig. 22 der Taf. X sind sechs solche Zellen mit dem Teilungsprozess im Stadium der Äquatorialplatte. Die Fig. 23 zeigt eine solche Zelle in stärkerer Vergrösserung mit der Äquatorialplatte von der Fläche gesehen, wobei zwischen den Chromosomen ein helleres Substanzbrückennetz hervortritt.

Von den darauf folgenden Stadien sind in den Fig. 19, 20 und 21 der Taf. X drei Exemplare abgebildet; da sie jedoch keine zusammenhängende Reihe bilden, geben sie auch keinen weiteren Aufschluss über diese Stadien der Spermatogenese, was sehr zu bedauern ist; meine Präparate waren in dieser Beziehung lückenhaft, und ich kann nur die Hoffnung aussprechen, ein anderes Mal, nach fortgesetzter Untersuchung, auf die Frage zurückkommen zu können. Die erste Anlage des Schwanzfadens blieb mir infolgedessen unenthüllt.

Das nächste Stadium, das ich zu eruieren vermochte, ist das in Fig. 4 der Taf. X abgebildete. Sars erwähnt, wie oben angeführt ist, dass man frühe Entwicklungsformen von Spermien findet, in denen die Zellen birnenförmig ausgezogen sind, sowie dass man bei hinreichender Vergrösserung erkennt, dass der Inhalt der Zellen sich der Länge nach in *drei* schlüsselförmige, von einer gemeinsamen Hülle umgebene Körper gespaltet hat; an dem dickeren Ende derselben, wo sich der Schwanz entwickelt, findet sich ein Anhängsel in Gestalt einer abgerundeten Blase. Ich fand nun auch in der Tat in diesem Stadium stets Gruppen von Spermien in ganz eigentümlicher Weise miteinander innig vereinigt, aber nicht zu dreien, sondern zu *vieren*. Diese Zusammenkuppelung zu vier ist die ganz allgemein geltende Regel, und nur in vereinzelten Fällen findet man in diesen Gruppen drei oder fünf; mehr als fünf sah ich nie. Jedes dieser Spermien zeigt nun die in Fig. 10 der Taf. X wiedergegebene Form. Man hat noch eine rundliche, körnig-protoplasmatische Zelle, deren Kern sich etwas zusammengezogen hat und einen kurzen zipfeligen Fortsatz in den Kanal eines seitlich der Zelle ausgebildeten Anhängsels einschiesst. Dieses Anhängsel stellt eine konische Röhre dar, welche scharf abgesetzt mit abgerundetem, wallartigem Rand am Protoplasma der Zelle beginnt und am frei ausschiessenden Ende spitz ausläuft. In dem inneren Kanal sieht man von der Zelle einen feinkörnigen Strang hineinziehen, welcher den Kanal in der Regel fast vollständig ausfüllt, in dem noch der oben erwähnte Zipfel des Kerns hier hineinragt und sich an die Kanalwand seitlich anlegt; bei genauer Untersuchung erkennt man aber, dass in diesem Stadium der Kanal fast seiner ganzen Länge nach an einer Seite offen ist; in der Nähe des freien spitzen Endes der Röhre sieht man ein schmales ovales Feld, an dessen äusserem Ende der schon angelegte feine Schwanzfaden befestigt ist. In der angeführten Fig. 10 ist dieser Faden abgelöst und entfernt. In Fig. 4, wo nur drei der vier zusammengeknüpften Spermien sichtbar sind, sind die ihnen angehörigen Schwanzfäden in der natürlichen Anordnung erhalten; man sieht hier, wie sie von der Spitze der Röhre den Spermien entlang und mitten zwischen ihnen treten und sich über den kugelförmigen Zellenenden derselben zusammenlegen, um zusammen einen Wirbel zu bilden; in diesem Wirbel liegen sie sehr ordentlich aufgerollt, und zwar um eine körnige rundliche Partie herum. Diese körnige Partie stellt sich als der grosse Kern einer Zelle dar, welche von einem spärlichen Protoplasmamantel umhüllt ist; dieser Protoplasmamantel umhüllt aber auch den Schwanzfädenwirbel und setzt sich in der Mitte der vier Spermien bis zu

der Ansatzstelle der Schwanzfäden und von da auch auf die Spermien-Köpfe fort, deren spitze Enden sie umhüllt, um noch dazu sich als dünne Haut auf die Spermienköpfe weiter fortzusetzen.

Wenn man den Schwanzfädenwirbel entwirrt und den Zellenkörper, welcher von ihm umstrickt ist oder, richtiger, in ihm liegt, entfernt, so sieht man, wie die Fig. 5 der Taf. X zeigt, dass die Fäden einander parallel anliegen, und zwar bis an ihrem freien Ende; die vier zusammengefügten Spermien sind durch die Präparation an ihren vorderen abgerundeten Zellenenden von einander gezogen; hierdurch lassen sich ihre Schwanzfäden bis zu den Ansatzstellen an den spitzen Enden der Spermien verfolgen.

Die Fig. 5 der Taf. X stellt ein etwas weiter entwickeltes Stadium der Spermien dar; die abgerundete protoplasmatische, kernführende Partie der Spermien ist hier vermindert und die röhrenförmige dagegen länger und schmäler geworden. In der Fig. 6 ders. Tafel ist diese Ausbildung noch weiter gediehen; hier liegen die vier Spermien der Gruppe noch in natürlicher Lage beisammen, und ihr Schwanzfädenwirbel befindet sich ebenfalls in natürlicher Anordnung, mit der ihn einhüllenden, einen grossen Kern einschliessenden Zelle; an den spitzen Enden der Spermien erkennt man dann auch eine hervorragende spitze Partie, in welche die vier Spitzenröhren, und zwar in verschiedener Höhe, stecken; es ist dies das ausschiessende Ende der die Schwanzfäden einhüllenden Zelle.

Wenn man das Verhalten dieser letzteren eigentümlichen Zellen bei stärkerer Vergrösserung untersucht, findet man sie, wie die Fig. 13 und 14 der Taf. X sie wiedergeben; der grosse runde Kern (Fig. 14) zeigt ein engmaschiges Chromatinnetz mit Verdickungen an den Netzpunkten; und ringsum den Kern findet sich ein spärliches körniges Protoplasma, welches den Schwanzfädenwirbel umhüllt und sich, wie oben erwähnt, an dem nach den Spermien emporziehenden Schwanzfädenstiel als ziemlich weite Hülle fortsetzt; die beiden Fig. 13 und 14 zeigen dies Verhältnis sehr deutlich; dieser Protoplasmamantel wird bei der Präparation leicht abgerissen, wonach man, wie in Fig. 5, die Schwanzfäden frei verlaufend findet. Die einhüllenden Zellen, die ich hier als *Fusszellen* oder vielleicht noch besser als *Schwanzfusszellen* bezeichnen werde, sind gewöhnlich etwas abgeplattet; die Schwanzfäden sind in ihnen so angeordnet, dass sie nach ihrem freien Ende zu immer engere Windungen bilden; wenn man die Zellen von dieser ihrer Seite betrachtet, findet man, wie die Fig. 15 zeigt, die hier sichtbare freie Kernfläche viel kleiner und von engen Spiralwindungen der Schwanzfäden umgeben.

Was sind nun diese Schwanzfusszellen? Wenn man sie an Schnittserien der betreffenden Hodenblindsäcke betrachtet, findet man, dass sie eine einfache Schicht an der Sackwand bilden. Die Fig. 7 der Taf. X zeigt eine kleine Partie eines solchen Schnittes; neun Spermiengruppen von je 4 Spermien stehen in radiierender Anordnung mit ihren Schwanzwirbeln an der dünnen peripheren Sackwand, die hier als eine gebogene Linie erscheint; in jedem Wirbel erkennt man den runden Kern der Schwanzfusszelle; die Wirbel stehen hier aufrecht und bilden etwa einen rechten Winkel mit der Sackwand; dies hängt aber davon ab, dass diese Wand sich gewölbt umbiegt. Die Fig. 12 der Taf. X zeigt eine Partie dieser Sackwand von der inneren Fläche her mit dreizehn Schwanzfusszellen in natürlicher Anordnung an ihr befestigt; hier sieht man, dass die Schwanzwirbel der Sackwand ziemlich parallel angeordnet sind. Dies geht auch aus der Fig. 8 ders. Tafel hervor; in dieser Fig. sieht man vier verschiedene 4-Spermiengruppen mit ihren Schwanzfusszellen, von denen zwei noch der Sackwand anliegen, die anderen beiden von ihr abgelöst und nach innen gezogen sind. In allen vier erkennt man aber, dass die Schwanzfädenwirbel der Sackwand parallel angeordnet sind.

Wenn man dann die Schwanzfusszellen dieses Stadiums der Spermiogenese mit den früheren Stadien vergleicht, so findet man, dass sie der schon oben erwähnten und in Fig. 16 der Taf. X abgebildeten Zellenlage an der Sackwand entsprechen. Die Beschaffenheit ihrer Kerne ist jedoch etwas verändert, indem die Grösse der Kerne und die Anordnung ihres Chromatinnetzes verschieden ist; in den frühen Stadien sind die Kerne kleiner, und das Chromatin besteht aus einigen grossen Klumpen in der Mitte des Kerns sowie aus einer Anzahl kleinerer Körner an der Kernwand, wie die in Fig. 17 und 18 der Taf. X abgebildeten Kerne zeigen. In diesen früheren Stadien sind aber v. a. noch keine Schwanzfäden vorhanden; gerade ihr erstes Auftreten in den fraglichen Zellen kennen zu lennen, wäre von Interesse; meine Präparate haben dies aber leider nicht gezeigt.

In den danach folgenden etwas späteren Stadien verlängern sich die stabförmigen Röhren der Köpfe immer mehr, während die eigentlichen Zellenkugeln sich verkleinern. Die Fig. 3 und 2 der Taf. X zeigen zwei solche Stadien; man sieht in dem noch weiten Kanal der Röhre den körnigen Strang, der vom Zellprotoplasma ausläuft und an dessen Wurzel der dunklere Kern liegt, von dem in Fig. 2 ein Zipfel sich der Kanalwand anschmiegt. In dem Zellprotoplasma sind kleine helle Partien und eine grössere Kugel vorhanden, welche nach der einen Behandlung hell, nach der anderen dunkel erscheint.

In dem folgenden Stadium, welches in Fig. 1 ders. Taf. abgebildet ist, sieht man die Zellenkugel mit dem Kern noch mehr verkleinert, die Röhre verlängert und etwas verschmälert. Von besonderem Interesse ist es, an Schnittpräparaten Querschnitte solcher Röhren zu studieren. Es erweist sich, dass sie an der nach der Mittellinie der Spermiengruppe gerichteten Fläche noch mit einer Längsrinne versehen sind, welche zu dem Kanal der Röhre führt und den oben beschriebenen körnigen Strang enthält. Die Fig. 9 der Taf. X zeigt einen solchen Querschnitt einer Gruppe von nicht weniger als fünf Spermien; in der Mitte dieser Gruppe sieht man die geschrumpfte Protoplasmamasse, welche die fünf Schwanzfäden umhüllt und von der Schwanzfusszelle hier emporsteigt.

Dann folgen Stadien, in welchen sich die strangförmige immer mehr verlängert und verschmälert, wobei sich der protoplasmatische Teil der Zelle mit dem Kern fortwährend reduziert und verändert. Die Fig. 1 der Taf. IX stellt eine Gruppe von 4 solchen verlängerten Spermien in natürlicher Anordnung und mit ihrem Schwanzwirbel in der angehörigen Schwanzfusszelle dar, deren Kern, wie zuweilen hier verkommt, mit einigen Kugeln zweifelhafter Natur versehen ist und deren Protoplasma in sehr dicker Schicht den Schwanzfädenstamm umgibt. Die spitzen Enden der Spermienköpfe stecken in einer stark ausgebildeten Mütze solchen Protoplasmas und ragen in verschiedener Höhe in dieselbe hinein; bei genauerer Betrachtung findet man, dass diese Mütze nicht ganz einheitlich ist, sondern eine Trennung in vier zugespitzte Stäbe zeigt, welche dicht zusammenliegen und je eine Spermiumröhre umschliessen. Solche Spermiengruppen sind gewöhnlich nicht ganz gerade, sondern etwas spiralig gebogen, wie die Fig. 1 angibt.

Die Fig. 2 derselben Tafel bietet eine ähnliche 4-Spermien-Gruppe dar, deren Spermiumröhren von einander durch die Präparation getrennt sind, wodurch die in ihrer Mittelachse befindlichen Schwanzfäden blossgelegt worden sind. Übrigens sieht man auch in dieser Figur die die spitzen Enden der Spermien einhüllende Mütze, deren Zusammensetzung aus vier Partien nicht wahrnehmbar ist, sowie auch die die Schwanzfädenwirbel einhüllende Schwanzfusszelle mit ihrem grossen Kern; dagegen ist das den Schwanzfädenstamm umgebende Protoplasma abgelöst und entfernt. Die Protoplasmapartie der Spermien mit ihrem Zellkern ist hier zu je einem körnigen Sack umgebildet, welcher dem Schwanzfädenstamm eng anliegt. In Schnittpräparaten von diesem Stadium bemerkt man am Querschnitt der Spermiumröhren (Fig. 4 und 5 der Taf. IX), dass der Kanal derselben nach der Mittelachse der Spermiengruppen noch rinnenförmig offen ist; in der Mitte der Gruppen sieht man die Querschnitte der 4 Schwanzfäden mit dem sie umhüllenden, hier geschrumpften Protoplasmastrang.

Die Anordnung der Spermiengruppen, die fortwährend als Regel aus je 4 Spermien bestehen, geht aus Fig. 3 der Taf. IX hervor, welche den Querschnitt eines Hodenblindsacks in einem solchen Stadium der Spermiogenese darstellt. Man sieht die Spermiengruppen mit ihren an der Sackwand in einfacher Schicht gelagerten Schwanzfusszellen ihre zu je vier vereinigten Röhrenstäbe radiär nach der Mittelachse des Sackes richten, indem sie zugleich etwas schief gestellt sind; sie haben nämlich sämtlich eine spiralige Drehung und Anordnung.

Von besonderem Interesse ist es, in diesem und dem darauf folgenden Stadium die Veränderung des Protoplasmateils und des Kerns der Spermien zu beobachten. Die Fig. 9—13 der Taf. IX geben hierüber Erläuterung. Dieser Teil umwandelt sich in der Weise, dass ein freier, dünner, heller und nur ausnahmsweise einige Körner enthaltender, am Ende abgestumpfter Sack auswächst (Fig. 9 und 10), während der übrige Teil von einem birnen- oder wurmförmigen, aus einer dichten Körneransammlung bestehenden Stück gebildet ist, welcher in einen langen schmalen Fortsatz ausläuft, der sich an der Seite des Röhrenstabes anlegt. Der Kanal der Röhre ist an dieser Stelle noch einige Zeit offen; nach oben, gegen die Spitze derselben, schliesst er sich immer mehr zu. An Querschnitten der oberen Partien der Röhrenstäbe erkennt man in der Regel keinen Kanal mehr, wie die Fig. 6 und 7 der Taf. IX zeigen, in denen man je eine Gruppe von 4 und von 3 Spermien sieht, welche hier abgeplattet oval erscheinen.

Das sonderbarste in dem Umwandlungsprozess der eigentlichen Spermiumzelle ist wohl das Schicksal des Kernes, dieses wichtigsten Teils der Spermien. Merkwürdiger Weise haben schon Frey und Leuckart im J. 1847 bemerkt, dass der Kern der Zelle ganz allgemein schwindet, obwohl sie übrigens die Gruppenanordnung dieser Spermien und die feineren Strukturverhältnisse, die mit den damaligen technischen Mitteln kaum eruiert werden konnten, nicht wahrgenommen hatten. In der Tat entzieht sich der Kern dieser Spermien immer mehr als solcher den Blicken. Er verschmilzt gewissermassen mit dem übrigen körnigen Rest des Zellprotoplasmas; diese scheinen zusammen den wurmförmigen Körnerkörper zu bilden, welcher am Ende des Röhrenstabes zurückbleibt und sich in den hellen freien Fortsatz des Kopfes fortsetzt. Dieser lange, wurmförmige, körnige Körper, welcher in Fig. 1 der Taf. VIII am fertigen Spermium zu sehen und dessen Struktur in Fig. 6 ders. Tafel wiedergegeben ist, stellt

demnach den Rest des eigentlichen Zellprotoplasmas und des Kerns dar. Obwohl ich meine Aufmerksamkeit ganz besonders darauf richtete, gelang es mir nicht am fertigen Spermium und in dessen reiferen Stadien überhaupt andere Spuren des Kerns nachzuweisen. Da ja, wie bekannt, eben der Kern der wichtigste Teil des Spermiums ist und den eigentlichen Kopf darstellt, ist diese Umwandlung sehr schwer zu verstehen und zu erklären.

In der folgenden Entwicklung sind noch ziemlich lange die Spermien in den Gruppen eng zusammengefügt, indem ihre Spitzen in die Mützen eingeschlossen sind (Fig. 14, 17, 18, 19 der Taf. IX); diese Mützen sind von verschiedener Grösse und zeigen oft eine äussere körnige Deckschicht (Fig. 17 und 14), und auch nicht selten einen auslaufenden, knopfförmig endenden Faden (Fig. 18 und 19). Diese einhüllenden Mützen senden einen dünnen Beleg über die ganze Spermiengruppe (Fig. 14, 17, 18, 19). Die Schwanzfäden, welche fortwährend in der Axe der Gruppe dicht aneinander verlaufen, sammeln sich an ihren hinteren Enden noch zu dem oben beschriebenen Wirbel, der die Fusszelle beherbergt. In diesen Stadien lässt sich, wie die Fig. 15 und 16 der Taf. IX zeigen, durch Hämatoxylin ein an der Innenseite des Spermiumstranges verlaufender Faden färben, welcher offenbar von dem protoplasmatischen Zellenteil ausläuft und in der stark reduzierten Rinne belegen ist, vielleicht sogar die Dicke dieser Rinne in diesem Stadium angibt.

Nachdem schliesslich die Spermien ihre volle Länge und Ausbildung erhalten haben, lösen sich die Gruppen auf, und die Schwanzfäden trennen sich von ihren Fusszellen und von einander; die Wirbel strecken sich aus und die Fäden liegen nunmehr, wie die Spermien im ganzen, neben einander der Länge nach eng zusammengepackt. So findet man sie in dem Ausführungsgang des Hodens, wobei sie immerfort eine schwach spiralige Anordnung darbieten. Wenn man die Anordnung der reifen Spermien in den Ausführungsgängen an Querschnitten studiert, erscheint sie etwa wie in der Fig. 20 der Taf. IX. Die Vierspermiengruppen sind aufgelöst, und die einzelnen Spermien liegen in geringer Entfernung von einander; die dunklen eckigen Körper sind offenbar als die Überbleibsel der in der Axe der Gruppen vorher vorhandenen Protoplasmastränge anzusehen.

Wie soll man nun die Zusammengesetzung dieser Spermien von Mysis auffassen?

Wenn man ihre Teile in das typische Schema anderer Spermien einfügen will, so lassen sich ja, wie von ihren früheren Beschreibern geschehen ist, ein *Kopf* und ein *Schwanzfaden* unterscheiden. Der sehr lange Schwanzfaden ist am hinteren Kopfende sehr lose befestigt und bildet mit ihm einen sehr spitzen Winkel. Der »Kopf» stellt aber einen besonders eigentümlichen Körper dar. Wie oben beschrieben wurde, unterliegt der während der Entwicklung lange vorhandene Kern einer Umwandlung, indem er zusammen mit dem Protoplasma der Zelle nur eine Körneransammlung hinterlässt. Die lange, stabförmige Röhre ist eine accessorische Neubildung, die diesen Spermien eigentümlich ist. Ihre glänzende, kompakte, steife, unstrukturierte Beschaffenheit deutet darauf hin, dass sie keine für den wesentlichen Befruchtungsakt besonders wichtige Partie sein kann, sondern eher für die mechanische Aufgabe, resp. für das Eindringen in das Ei, eine nützliche Rolle spielen kann. Dass sie aus dem Centralkörperapparat entstehen könne, ist wohl nicht annehmbar; jedenfalls muss dies durch die Spermiogenese dargelegt werden, bevor man daran denken kann. Nur ihre Lage könnte dafür sprechen, da der Schwanzfaden an ihr befestigt ist; auch nimmt sie die dunkle Farbe bei der Heidenhain'schen Centralkörperfärbung begierig auf. Eine solche riesige Ausbildung dieses Apparates kennt man aber sonst nie; zwar gibt es ein Beispiel, nämlich bei den Urodelen, dass sich ein Centralkörperteil, das sog. Mittelstück, ziemlich, kräftig ausbildet, dieser bleibt aber verhältnismässig weit hinter der Grösse des Röhrenstabes der Mysisspermien zurück. Es ist sehr möglich, dass diese Stäbe Chitin enthalten.

Das vordere dünne, an den reifen Spermien abgeplattete Anhängsel des Kopfes, welches den Platz des bei anderen Spermien gewöhnlichen Spitzenstückes oder Perforatoriums einnimmt, ist so schwach und weich, dass man ihm kaum eine solche Rolle anweisen kann.

Wo sind aber dann die Centralkörper? Es gelang mir, trotz eifrigen Suchens, und zwar mittelst der üblichen Methoden, nicht, diese wichtigen Körper zu finden. Ich suchte sie natürlich ganz besonders am Ansatz des Schwanzfadens, aber auch anderswo im Kopfe, jedoch leider nur vergebens.

Es bleiben also noch einige wichtige Punkte sowohl hinsichtlich des Baues der reifen Spermien von Mysis als auch in betreff ihrer Spermiogenese zu eruieren übrig. Indessen glaube ich doch zu der Kenntnis derselben eine Strecke weiter geführt zu haben. Es wird dadurch leichter, das Studium derselben zu erwünschter Vervollkomnung zu bringen.

K. Die Spermien der Dekapoden.

(Taf. XI—XVII.)

Seit der Jugendzeit der histologischen Wissenschaft sind die Spermien der Dekapoden der Gegenstand der Aufmerksamkeit der Forscher gewesen. Henle, v. Siebold und Valentin untersuchten die Spermien von *Astacus* und *Homarus*. Vor allem aber studierte und beschrieb sie Kölliker in seiner bahnbrechenden Arbeit über die Samentierchen. v. Siebold und Leydig gaben Darstellungen von Spermien einzelner Arten. In den monographischen Beschreibungen über Krebstiere kommen auch hier und da Mitteilungen über Spermien von Dekapoden vor. Die erste zusammenfassende und übersichtliche Darstellung dieser Spermien rührt aber aus dem Jahre 1878 her, und zwar von Grobben.

Grobben [1]) beschrieb nämlich in seiner grossen Abhandlung über die männlichen Geschlechtsorgane der *Dekapoden* nicht nur die Formverhältnisse und den Bau der Hoden genau, sondern auch eingehend die der *Spermien* bei einer Reihe von verschiedenen Genera. Den einfachsten Bau zeigen die Spermien von *Squilla mantis;* sie sind kugelig mit einem kugeligen Kern, dem Samenkopf, und ohne Fortsätze. Hieran reihen sich die Spermien der Cariden; sie sind nagelförmig, mit schalenförmigem *(Alpheus ruber, Palaemon rectirostris, Virbius viridis)* oder halbkugeligem *(Athanas nitescens)* Körper, welcher den gleichgestalteten Kopf einschliesst; an der Spitze der Wölbung trägt der Körper einen spitzen Fortsatz, der bei *Palaemon* lang, bei *Alpheus, Virbius* und *Athanas* kurz ist; diesen Fortsatz betrachtet er als den rudimentären Schwanz, dem Faden der Spermien der Mysiden homolog und von ihnen ererbt; der Körper färbt sich mit Karmin. An diese Spermien schliesst Grobben diejenigen von *Astacus* an, welche die grössten Dekapodenspermien sind, die er gesehen hat; er beschreibt sie eingehend und auch die Veränderungen, die durch Wasserzusatz entstehen; von Kantenstrahlen wurden 5—28 angetroffen.

Die Spermien von *Homarus vulgaris* haben einen cylindrischen Körper, der sich sammt dem Mittelstreifen mit Karmin färbt; unter ihm sitzt ein kleiner protoplasmatischer Hügel (der Mittelzapfen) und an der Grenze zwischen ihnen entspringen, wagerecht oder etwas schief, die Strahlen.

An diese Spermien schliessen sich die der *Galatheiden* an, an welche sich einerseits wieder die der *Paguriden*, anderseits die der *Notopoden* anreihen lassen, die den Übergang zu den Spermien der übrigen *Brachyuren* bilden. Die Spermien von *Galathea squamifera* haben einen spitz kugelförmigen Körper, dessen unterer Teil dem Kopfe entspricht (Karminfärbung); unten hängt ihm ein höckeriger Mittelzapfen an, und an der Verbindungsstelle beider Partien entspringen drei nach unten ragende, feine, gerade Fortsätze; nach Grobben erinnern diese Spermien an die von Homarus, resp. an die der Astaciden. Ganz gleich, nur Formverschiedenheiten bietend, sind die Spermien der *Paguriden* gebaut *(Eupagurus Prideauxii* und *meticulosus, Pagurites maculatus).* Die Spermien von *Palinurus vulgaris* haben einen kugeligen Körper, in dem der kuchenartige Kopf liegt; in der Mitte des Körpers entspringen die 2—3 Strahlen.

Die *Thalassiniden (Gebia littoralis, Calliaxis adriatica)* haben halbkugelige Spermien mit meist drei kurzen Strahlen; »sie schliessen sich daher einigermassen an die Samenkörper des Hummers an, es fehlt ihnen jedoch der Mittelzapfen». Die Spermien von *Porcellana platycheles* besitzen genau denselben Bau wie die von Galathea; bei *P. longicornis* dagegen sah er keinen deutlichen Mittelzapfen und nur zwei Strahlen. Wie die Galatheaspermien sind die der *Ethusa mascarone* gebaut.

Von den übrigen Notopoden untersuchte Grobben die Spermien von *Dromia vulgaris;* sie haben einen kuchenförmigen Körper, in dem der gleichgeformte Kopf liegt, keinen Mittelzapfen, aber drei kurze Strahlen.

Die Spermien der *Ilia nucleus,* aus der Gruppe der *Oxystomen*, ähneln denen von Ethusa; die drei langen Strahlen setzen sich aber direkt an den kurzen kugelförmigen Kopf an.

Von den *Oxyrhynchen* untersuchte er *Stenorhynchus phalangium, Inachus thoracicus, Maja squinado, Lambrus angulifrons* und *Eurynome aspera.* Die Spermien von *Stenorhynchus* sind, von der Seite gesehen, kappenförmig, von oben polygonal, mit eben soviel Ecken als Strahlen (7—8); der Kopf ist napfförmig. Ganz ähnlich sind die von *Inachus;* die Strahlen sind 11—13. Die Spermien von *Maja* haben einen halbkugeligen Kopf und 4—5 Strahlen (mit breiterer Wurzel). Bei *Lambrus* ist der Kopf auch halbkugelig, und die Strahlen sind meist 3 (zuweilen 4—5). Die Spermien von *Eurynome* haben dünne und lange Fortsätze (5—7), die sich oft spalten; der Kopf ist flach halbkugelig.

---

[1]) C. Grobben, *Beiträge zur Kenntniss der männlichen Geschlechtsorgane der Dekapoden nebst vergleichenden Bemerkungen über die der übrigen Thoracostraken.* Arbeiten aus dem Zoologischen Institute der Univers. Wien und der Zool. Station in Triest T. I., 1878.

Von den *Cyclometopen* ist bei *Pilumnus hirtellus* wieder die Dreizahl der Strahlen konstant, und in der Entwicklung tritt wieder ein Mittelzapfen auf. Dies sei als (korrelativer) Rückschlag in die Stammform der Brachyurenspermien zu betrachten.

Bei den *Portuniden* gestaltet sich der Körper der Spermien um den Äquator des fast kugeligen Kopfes in Form eines flachen Ringes, von dessen Peripherie ganz kurze Fortsätze entspringen, von der Seite gesehen wie das Dach eines Regenschirmes. Bei *Portunus depurator* ist die Zahl der Strahlen 13—15, bei *Carcinus moenas* 13—19. Bei *Eriphia* sind die Strahlen länger (8—16).

Bei den *Catometopen (Pinnotheres veterum, Pachygrapsus marmoratus)* sind die Spermien denen der Portuniden ähnlich, die Strahlen aber ziemlich lang (resp. 9—12 und 12—15).

Nach einer Besprechung der Spermiogenese, die jedoch bei der geringen Ausbildung dieses Faches zu jener Zeit teilweise schwer verständlich ist, ging Grobben zu einer Darstellung der Verwandtschaftsverhältnisse über. Im ganzen haben die Macruren relativ grössere Spermien als die Brachyuren, und die Grösse der Spermien geht, mit Ausnahmen, der Körpergrösse parallel. Die Gestalt ist auch variabel, und zwar sind die Spermien der Verwandten einander ähnlich, um so mehr, je näher die Tiere verwandt sind. So z. B. sind sie bei den nahe Verwandten Alpheus, Virbius und Athanas in der Form einander ähnlicher als denen des entfernter stehenden Palaemon, aber auch untereinander etwas verschieden. Die der Portuniden übereinstimmen untereinander, weichen aber von denen der Eriphiden ab. Die Spermien von Homarus führen zu den Galatheiden hin, von denen einerseits die der Paguriden, andererseits die der Notopoden abzuleiten sind. Die Spermien des Brachyuren Ethusa laufen Stadien durch, die mit denen der reifen Galatheaspermien Ähnlichkeit haben. Diese Verhältnisse zeigen genetische Verwandtschaft aller dieser Formen an.

Schliesslich vergleicht Grobben die Spermien der Dekapoden mit denen der Wirbeltiere und der Insekten. Man findet den Kopf, aus dem Kerne der Samenzelle hervorgegangen, »sei es nun durch unmittelbares Heraustreten der Kernsubstanz (Squilla, Palaemon) oder durch Bildung eines Nebenkörpers, der auf Kosten des Kernes sich entwickelt; ferner den Körper, welcher dem Mittelstück der fadenförmigen Spermatozoen entspricht, und endlich die Strahlen, deren Summe dem Schwanze der Samenfäden gleichzusetzen ich nicht anstehe.» Eigentümlich ist aber die Starrheit der Strahlen der Dekapodenspermien und hängt wohl mit dem Fehlen der Flimmerepithelien bei allen Arthropoden zusammen. Die Insekten besitzen jedoch bewegliche Spermien.

Nach dieser für die Kenntnis der Spermien der Dekapoden grundlegenden Abhandlung von Grobben vom J. 1878 erschien im J. 1886 die schon oben bei der Darstellung der Spermien der Isopoden und Amphipoden erwähnten Arbeiten von Gilson[1]) über die Spermiogenese der Arthropoden, in welchen er diesen Prozess auch bei einer Reihe von Dekapoden und noch dazu die reifen Stadien der Spermien beschrieb. Es würde indessen zu weit führen, diese Angaben hier zu referieren, was übrigens ohne Wiedergabe der teilweise interessanten, aber leider in zu kleinen Massstabe dargestellten Figuren, wenig lohnend wäre.

Im J. 1890 erschien dann eine Abhandlung von G. Herrmann[2]) über den Bau und die Entwicklung der Spermien der Dekapoden, welche ein noch tieferes Eindringen in die Verhältnisse darbot; er behandelte v. a. die Spermien von Astacus, Homarus, Maja, Galathea, Crangon und lieferte im ganzen ziemlich gute Abbildungen derselben.

Dann wurde im J. 1893 die grosse Monographie von Sabatier[3]) veröffentlicht, welche dasselbe Thema, die Spermiogenese der Dekapoden, in ausführlicher Weise behandelt und zugleich auch Darstellungen von reiferen Stadien der Spermien enthält.

Zu wiederholten Malen trat dann G. Brandes[4]) auf und suchte die Spermien der Dekapoden mit denen der anderen Tiere genauer zu homologisieren. Er meinte, dass die eingehende, minutiöse Darstellung des feineren Baues nicht zu einer einheitlichen Auffassung führen dürfte, und er betonte, dass man die wesentlichen Bestandteile, Kern und Protoplasma, in ihren Umgestaltungen verfolgen muss. Er scheint aber selbst in betreff der Homologien von »Kopf» und »Schwanz» auf Abwege gekommen zu sein.

Im J. 1904 veröffentlichte Labbé[5]) einen Aufsatz über die Spermien der Dekapoden, in welchem er zu beweisen suchte, dass seine Vorgänger noch nicht die reifen Stadien dieser Spermien gesehen und verstanden

---

[1]) G. Gilson, *Etude comparée de la Spermatogenèse chez les arthropodes.* La Cellule T. I—II, 1886—87.

[2]) G. Herrmann, *Notes sur la structure et le développement des spermatozoides chez le décapodes.* Bulletin scientif. de la France et de la Belgique, 1890.

[3]) Armand Sabatier, *De la spermatogenèse chec les crustacées décapodes.* Travaux de l'Institut de Zoologie de Montpellier. Nouv. Sér., Mém. No 3, 1893.

[4]) G. Brandes, *Die Einheitlichkeit im Bau der thierischen Spermien.* Verhandl. der deutschen zoolog. Gesellsch. auf d. 5. Jahresversamml. 1895. Die Spermatozoen der Dekapoden. Sitz Bern d. K. preuss. Akad. der Wiss. zu Berlin, 1897.

[5]) Alphonse Labbé, *La maturation des spermatides et la constitution des spermatozoides chez les crustacées décapodes,* Arch. de zool. expérim. et générale, 4. Sér., 1904 (S. auch Compt. rend. 1903).

hatten, indem diese Stadien erst nach der Invagination und Vortreibung des Centralkörperstäbchens und nach Abwerfung der unwesentlichen Anhängsel vorliegen.

Unter dem Titel »Studien über die Gestalt der Zelle» veröffentlichte dann Koltzoff[1]) eine grössere Arbeit, welche auf seine Untersuchungen und Experimente an Dekapodenspermien gefusst war. Sein Ziel war nicht, die verschiedenen Spermienformen zu beschreiben, sondern mehr allgemeine Fragen betreffs der Formgestaltung und ihrer Erklärung zu erledigen, und zwar erstens die Homologie der einzelnen Teile zu eruieren und diese Spermien auf den gewöhnlichen Spermientypus zurückzuführen; zweitens die mechanische Erklärung der äusseren Form der fraglichen Spermien zu geben und drittens ihre Bewegungen und ihre Anteilnahme am Befruchtungsprozess zu erläutern.

Die erste Frage, über die Homologie der einzelnen Teile, suchte er v. a. durch das Studium der Spermiogenese zu erledigen. Er konnte hierdurch bei mehreren Dekapoden (Galathea, Eupagurus, Homarus) die Ausbildung des Kernes zum Spermiumkopf, sowie die der Centralkörper, der Mitochondrien und des Kapselapparates verfolgen. Sowohl der Kern als die Kapsel ist von einer feinen Plasmahülle umgeben. Ein Spitzenstück (Achrosoma, Perforatorium) fand er bei den untersuchten Spermien nicht, wohl aber in der Kopfhülle verschieden gestaltete elastische Fädenapparate. Der vordere Centralkörper liegt dem Kopfe dicht an und ist der wichtigste bei der Befruchtung. Der hintere Centralkörper produziert keinen Axenfaden und wird beim Befruchtungsakt oft ausgestossen. Der Mitochondrienapparat wird aus Körnchen gebildet und legt sich bei der Ausreifung zwischen den Kopf und die Kapsel, wobei er oft die hervorragenden fadenförmigen Fortsätze der Spermien bildet (Galathea, Homarus etc.). Die Zahl dieser Fortsätze ist nach Koltzoff[1]) »eine höchst unbeständige» und kann zwischen einem und zehn schwanken, wobei häufig innerhalb ein und derselben Art Abweichungen vorkommen. Besonders verbreitet ist die Zahl drei, und in diesem Falle ist dieselbe ziemlich beständig und für die Spermien verschiedener Macrura (Galathea, Munida, Homarus, Palinurus), ebenso für die der Brachyura (Dorippe, Ilia) und Apterura (Homola, Dromia) typisch. Diese Zahl ist physiologisch wichtig, weil sie beim Befruchtungsprozess eine orientierende Bedeutung auf der Eioberfläche hat. Eine grössere Zahl kann gleichfalls in verschiedenen Gruppen vorkommen, ein und zwei Fortsätze sind verhältnismässig selten und weniger funktionsfähig. »Zweifellos hat die Zahl der Fortsätze keinerlei systematische Bedeutung», fügt Koltzoff hinzu. Alle Fortsätze entstehen meistens auf einer Höhe; doch kommt häufig neben dem Hauptkranz langer Fortsätze ein zweiter Kranz mit kürzeren Fortsätzen, gewöhnlich am äussersten Vorderende des Spermienkopfes, vor.

Das reife Spermium behält bei allen Dekapoden die Einteilung der Spermatide in drei Abschnitte bei. Bei vielen, v. a. bei den Brachyura, wird die Kapsel indessen zum grossen Teil in den Kopf eingezogen. Mit Brandes stimmt Koltzoff darin überein, dass die Fortsätze der Spermien der Brachyura nicht Hals-, sondern wahre Kopffortsätze (Kernfortsätze) darstellen, indem sie sich mit Methylgrün färben, was die der Macrura nicht tun. Es unterscheiden sich also diese Gruppen hierdurch von einander, ja die *Brachyura* und *Apterura* besitzen ausschliesslich Kopffortsätze, während die *Macrura* und *Pterygura* nur Halsfortsätze haben; die *Natantia* (Cariden) haben keine eigentlichen Fortsätze, indem ihr spitzer straffer Fortsatz die veränderte Schwanzkapsel repräsentiert. Koltzoff stellt aber die Hypothese auf, dass die Kopffortsätze von den Halsfortsätzen herzuleiten sind.

Die Kapsel entsteht durch das Zusammentreten einer besonderen Art von Körnern, und hierbei bildet sich um den sich verlängernden hinteren Centralkörper eine Art Röhre. In reifen Spermien besteht die äussere Kapselhülle und das innere Röhrchen aus *Chitin*. Die Kapsel hat, im Gegensatz zu früheren Vorstellungen, mit dem »Perforatorium» nichts gemeinsames, sondern bildet den hinteren oder Schwanzabschnitt. »Der Hals enthält den proximalen Centralkörper, und die den distalen Centralkörper enthaltende Schwanzkapsel hat sich phylogenetisch durch Funktionswechsel aus der Geissel entwickelt.»

Auf Grund seiner Untersuchungen machte Koltzoff den Versuch, einen phylogenetischen Stammbaum der Dekapoden aufzustellen und gab dabei den verschiedenen Spermientypen ihre bezeichnenden Termini: *Spermia flagellifera* (Mysis) und *eflagellata*, Spermia *vesiculifera* (Kapsel führende), *anacantha* (Natantia, Caridæ) und *acanthina deracantha* (Halsfortsätze tragende); diese letzteren teilte er in die *erecta* und die *contracta* (mit der Kapsel in den Kopf eingeschoben), und aus diesen letzteren hervorgegangen die Sp. *cephalacantha* (mit Kopffortsätzen versehen).

Bei seinen biophysikalischen Untersuchungen an den Dekapodenspermien kam Koltzoff zu dem Ergebnis, dass diese sich dem äusseren osmotischen Drucke anfügen, die Gestalt der Zelle sich immer mehr der kugelförmigen.

---

[1]) N. K. Koltzoff, *Studien über die Gestalt der Zelle. 1. Untersuchungen über die Spermien der Decapoden als Einleitung in das Problem der Zellengestalt.* Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd 67, 1906.

nähert. Die Inachus-Spermien z. B. weisen eine Elastizität auf, d. h. widerstreben einer Deformation, und diese Elastizität ist eine höchst vollkommene; nach Beseitigung der einwirkenden Kraft nimmt das Spermium seine frühere Gestalt wieder ein, ohne irgendwelche bleibende Änderungen zu zeigen. Die Abhängigkeit der Formveränderung vom osmotischen Druck liess sich bei den Spermien sämtlicher Dekapoden konstatieren. Er bespricht dann auch die Entstehung ihrer Form in der Spermiogenese. Er betont auch die Schwierigkeit, die Formen der Spermien zu fixieren; die Osmiumdämpfe zeigten sich als die vorteilhafteste Methode. Was schliesslich den Befruchtungsprocess betrifft, so gelang es ihm nicht, diesen Prozess in der Natur selbst zu beobachten; er sah sich darum genötigt, eine künstliche Befruchtung herbeizuführen. Was die Frage von der Beweglichkeit der Spermien betrifft, so fand er eine höchst charakteristische Explosionsbewegung; unter der Einwirkung gewisser Reize machte das Spermium einen Sprung, indem seine Chitinkapsel explodiert. Die »Explosion» ist schon von anderen beschrieben, aber als ein Reifungsstadium aufgefasst (Labbé); dies ist aber nicht richtig. Die Explosion beruht auf dem Vorhandensein einer quellenden Substanz, und ihr geht augenscheinlich das Eindringen des Wassers in das innere Röhrchen voraus. Er beschreibt die verschiedenen Stufen dieses Prozesses und unterscheidet eine »normale» und eine »anormale» solche Kapselausstülpung, welche letztere zu weit geht, um naturgemäss sein zu können. Auch bei der normalen wird der distale Centralkörper ausgestossen. Koltzoff fügt aber selbst hinzu: »Doch ist der Mechanismus des lebenden Spermiums ein zweifellos noch bedeutend komplizierter. — Was die Verschiedenartigkeit des Ausstülpungsmodus anbetrifft, so scheint mir dieselbe mit den unnatürlichen Bedingungen und ungewöhnlichen Reizen, durch welche dieser Prozess in meinen Experimenten hervorgerufen wird, in Zusammenhang zu stehen.» Bei Galathea und Munida ist die Art der Kapselexplosion eine andere, als bei Eupagurus und Homarus.

Wie schon aus diesem Referat hervorgehen dürfte, behandelt die Arbeit Koltzoff's eine Reihe sehr wichtiger biologischer Probleme und enthält eine Fülle von wertvollen Beobachtungen und Ergebnissen.

In einer im J. 1906 veröffentlichten Abhandlung hat dann Grobben [1]) seine früheren Mitteilungen ergänzt und von einer Anzahl anderer Dekapoden die Spermien beschrieben, deren Untersuchung er schon im J. 1878 und bald danach ausgeführt hatte.

Diese Beschreibungen und Abbildungen beziehen sich auch stets auf das lebende Objekt. Grobben hebt hier zwei Tatsachen aus seiner vorigen Abhandlung hervor: dass die Spermien der Verwandten einander ähnlich und einander um so ähnlicher sind, je näher die Tiere verwandt sind und umgekehrt, wie dies R. Wagner schon längst für die Spermien der Tiere im allgemeinen geäussert hat. Die zweite Tatsache ist, dass die Spermien des Brachyuren Ethusa Stadien durchlaufen, die mit denen der reifen Galatheaspermien Ähnlichkeit haben.

Unter den Carididen hatte er eine interessante Spermienform gefunden, welche einen Übergang zu denen der übrigen Dekapoden darstellt, nämlich bei *Pasiphæa sivado*. Während die Spermien der Carididen sonst, auch bei Pandalus, die einfache Nagelform zeigen, hat bei Pasiphæa der Scheibenrand 10—12 kurze Seitenstrahlen, die mit breiter Basis entspringen und spitz auslaufen; zu ihnen gehen an der Unterfläche regelmässig radiierende Faserstreifen von der Basis des mittleren Stachels aus.

Ferner gibt er von den Spermien von *Nephrops norvegicus* eine kurze Beschreibung; sie ähneln denen von Homarus; die Schwanzkapsel ist aber langgestreckter und schmäler mit einem freien Knöpfchen am freien Ende; der Kopf ist abgerundet; von dem Halse entspringen drei feine, schwach gebogene Strahlenfortsätze.

Die Spermien des Brachyuren *Xantho rivulosus* ähneln denen von Portunus mit abgeflachter Schwanzkapsel und 10—14 Strahlenfortsätzen verschiedener Länge und Anordnung.

Die Spermien des Notopoden *Homola spinifrons* bestehen aus einer flachen, in der Mitte eine kleine knopfförmige Erhöhung zeigenden Schwanzkapsel und einem dem Kopfe entsprechenden langen, fadenförmigen mittleren Anhang, sowie aus drei spitzen, fast horizontal ausragenden Seitenfortsätzen, die unterhalb der Kapsel entspringen. Auch bei *Dromia* und *Ethusa* gehen die drei Seitenfortsätze unter der Kapsel hinaus. Nach Koltzoff haben die Spermien von *Homola cuvieri* vier Seitenfortsätze, indem er zu ihnen auch den mittleren zählt, und alle nach ihm Kernteile enthalten; doch gebührt dem unpaaren mittleren eine besondere Stellung, indem dieser dem Kopffortsatz der Paguriden- und Galatheidenspermien entspricht und als eine atavistische Erscheinung anzusehen ist. Der gleiche Rückschlag tritt auch bei Herbstia condyliata und Pilumnus hirtellus auf.

Bei *Pagurus calidus* ist die Schwanzkapsel des frischen Spermiums sehr hoch und mit einer Spitze versehen; am entgegengesetzten Ende der Kapsel findet sich eine körnige Platte, von welcher drei kurze Seitenfortsätze aus-

[1]) Karl Grobben, *Zur Kenntnis der Dekapodenspermien.* Arbeiten der Zoolog. Institute in Wien, Tom. XVI, H. 3, 1906.

strahlen, und in ihrer Mitte sitzt ein langer, schmaler, verschieden gewellter Kopf. Diese Spermien zeigen also Verschiedenheiten von denen der Gattungen Eupagurus und Paguristes.

Bei einem Oxyrhynchen, *Pisa,* fand Grobben eine, von der Fläche gesehen, kreisrunde, ziemlich flache Schwanzkapsel mit 4—5 von einem schmalen Plasmasaum entspringenden Seitenfortsätzen.

Bei *Portunus corrugatus* ist die Kapsel etwas kegelförmig mit von einer breiten, an ihrer breitesten Stelle befindlichen Randmembran entspringenden fünf, zuweilen bloss drei, Seitenfortsätzen.

Schliesslich berührte Grobben die Spermien von *Palinurus* und *Scyllarus arctus;* er war hinsichtlich derselben vorläufig zu der Ansicht gelangt, dass sie nicht, wie Koltzoff meint, zu den Spermia contracta zu zählen sind, sondern er sieht in ihnen einen einfacheren, etwas abweichenden, vielleicht älteren Typus der Reptantienspermien.

I. Die Spermien der Macrura natantia.

Die Fam. Caridídae.

(Taf. XI.)

Von den Carididen habe ich v. a. *Palaemon,* aber auch *Crangon* und *Hippolyte* untersucht.

a. Palaemon squilla (L.).

(Taf. XI, Fig. 1—14.)

Die reifen Spermien von Palaemon haben die bekannte Nagelform. Die Fig. 1 zeigt eine solche Spermie von der Seite, die Fig. 6 eine von der oberen (vorderen) Fläche und die Fig. 4, 7, 8 je eine von der unteren (hinteren) Fläche, mit nach der Seite gebogenem Stifte. Aus diesen Figuren geht deutlich hervor, dass man an ihnen eine rundliche Scheibe mit ziemlich abgeflachter oder wenig convexer Oberfläche und abgerundetem Seitenrand sowie einen von der Mitte der unteren Fläche dieser Scheibe gerade hervorragenden Stift oder Stachel unterscheiden kann. Durch die Untersuchungen Koltzoff's ist es dargetan, dass dieser letztere Teil *Chitin* enthält, und dass derselbe das Homologon der bei den meisten Dekapoden, v. a. den Macrura reptantia und Brachyura, vorhandenen, stärker entwickelten Chitinkapsel sein muss und also als ein Schwanzanhang zu betrachten ist. Die Scheibe ist also als der Kopf des Spermiums zu bezeichnen, und die Entwicklung derselben lehrt, dass der grösste Teil derselben den Kern der Samenzelle enthält. Man findet in dem Kopfe selbst keine eigentliche Struktur; offenbar wird er von einer dünnen Hülle dicht umgeben. Rings um den abgerundeten Rand erkennt man, von oben betrachtet, eine Reihe von rundlichen Körnern (Fig. 6), welche an demselben etwa halbwegs nach oben reichen (Fig. 1) und der Scheibe zwar dicht angeheftet sind, aber doch von ihr hervorragen. Diese Körnerreihe stellt den nach aussen hin abschliessenden Rand einer der unteren Fläche der Scheibe innig angehefteten Substanz dar, welche einen dünnen Beleg dieser Fläche bildet. Die Fig. 7 gibt nach Osmium-Rosanilin-Behandlung, und Fig. 8 nach Behandlung mit Zenker-Heidenhain, das Aussehen dieser Substanz, von der unteren Fläche betrachtet, wieder. Wie aus diesen Figuren hervorgeht, besteht diese Substanz aus einer Lage, bei der angewandten starken Vergrösserung ziemlich grosser, heller, runder Körnchen oder Kugeln, welche durch eine sich stärker färbende Masse zusammengehalten und an die Kopfscheibe geheftet werden. Von der Mitte der unteren Fläche, wo sich der konische Fuss des Stachels befindet, strahlt diese Substanz mit radienartig angeordneten, verschieden zahlreichen Verdickungen hinaus (Fig. 4, 7, 8), so dass umwechselnde hellere und dunklere Streifen hierdurch entstehen. Diese ganze Schicht ist übrigens, wie erwähnt, dünn. Sie lässt sich nicht selten ziemlich vollständig von der unteren Kopffläche, zusammen mit dem Stifte, ablösen; die Fig. 9 zeigt eine solche abgelöste Schicht, obwohl nicht vollständig, indem die äusseren Partien derselben abgefallen sind. Der äussere Rand dieser Schicht entspricht in der Tat dem hier oben erwähnten Körnerrand, welchen man bei der Betrachtung des Spermienkopfes von oben (Fig. 6) wahrnimmt. Dieser äussere Körnerrand ist oft etwas wulstig verdickt, wie dies in geringerem Grade in den in Fig. 7 und 8 abgebildeten Spermien ersichtlich ist. In den in Fig. 2 und 4 wiedergegebenen ist der Rand der fraglichen Schicht viel dicker und bildet einen wahren ringförmigen Wulst. In der Fig. 5 sieht man in schiefer, perspektivischer Ansicht den Randwulst und die übrige Schicht durch die helle Kopfsubstanz

durchschimmern, und in Fig. 6 schimmert ebenfalls die fragliche Körnerschicht durch die durchsichtige Kopfsubstanz hindurch.

Was stellt nun diese Schicht dar? Ich kann sie nicht anders als eine Protoplasmaschicht auffassen und sehe in ihr ganz besonders das Homologon des *Nebenkernorgans*, oder wenn man sie lieber so benennen will, des Mitochondrienorgans. Die Untersuchung der nicht reifen Spermien zeigt (Fig. 14), dass der bei ihnen noch kugelige, grosse Kopf (Kern) ringsum von einer dünnen Schicht von hellen Körnern eingehüllt ist, welche durch eine sich stärker färbende unstrukturierte Masse zusammengeheftet sind. An solchen unreifen Spermien findet man auch, dass der Stift noch viel kürzer und dünner als bei den reifen Spermien ist; er fängt als ein ganz kleines Stäbchen an, schiesst nadelförmig aus der Körnerhülle nach einer Seite gerade hinaus und wächst dann immer mehr zu dem starken, stets aber spitzen Stab der reifen Spermien (Fig. 1—4 etc.) an. Man erkennt in ihm nie eine eigentliche Struktur, keinen Zerfall in Fibrillen oder dergl. Auch sah ich in ihm keinen Kanal. Er ist im natürlichen Zustande immer steif und gerade, kann aber durch die Präparation auch gebogen werden, so dass z. B. sein Ende, ohne zu bersten, nach einer Seite umgekrümmt werden kann. An seiner Basis erweitert er sich konisch (Fig. 1, 2, 3 etc.) und verliert sich mit seinen Wurzeln in der Schicht des Nebenkernorgans. Zuweilen sieht es so aus, als ob er hier radiierende Wurzeln hinausschicke (Fig. 4), die jedoch heller gefärbt werden, als die Substanz des Stiftes selbst. Durch Osmium-Rosanilin sowie mit Hämatoxylin färbt er sich ziemlich intensiv.

Es bleibt aber noch ein Organ zu entdecken, den *Centralkörperapparat.* Ich versuchte mit allen den gewöhnlichen Mitteln denselben zu finden, es gelang mir aber nicht. Indessen kann ich nicht umhin zu erwähnen, dass im Inneren der Kopfsubstanz selbst nicht selten, ja sogar in einer recht grossen Anzahl der Spermien, aber nicht in allen, eigentümliche Gebilde angetroffen wurden, welche sich mit Rosanilin stark gefärbt hatten. In den Fig. 10, 11, 12 und 13 sind einige solche Spermien abgebildet worden. Von der Mitte der unteren Kopffläche stieg nach vorn hin bald ein einfacher (Fig. 10), bald ein sich in zwei teilender (Fig. 11), bald in der Dreizahl vorhandener (Fig. 12) Strang empor, welcher mit einem, zwei oder drei rundlichen oder ovalen Knöpfen nicht weit von der vorderen Kopffläche endigte. In Fig. 13 lag ein Fall vor, wo in perspektivischer Ansicht von oben ein solcher Strang von der Fläche bis tief in die Substanz zu verfolgen war. In Fig. 10 sah man ausser dem Strange mit dem Knöpfchen noch an der Oberfläche ein zweites Knöpfchen liegen. Was stellen nun diese rätselhaften Gebilde dar? Sie als Centralkörper aufzufassen, ist schwer, weil sie dann durch eine Art Kanalbildung im Kopfe (Kerne) selbst liegen sollten. Der eigentliche Centralkörperapparat möchte unter dem Fusse des Stiftes, zwischen diesem und dem Kopfe, gelegen sein, falls die Verhältnisse mit denen anderer Dekapodenspermien homolog sind. Aber gerade dort gelang es mir nicht, Gebilde zu finden, welche als Centralkörper aufzufassen waren.

b. **Crangon vulgaris** Fabr.

(Taf. XI, Fig. 15—23.)

Die Spermien von Crangon sind, sowohl in Bezug auf den Kopf als die stiftförmige Schwanzkapsel, im ganzen kleiner als die von Palaemon. Der Kopf ist von der Fläche gesehen rund, von der Seite, auch bei den reifen Spermien (Fig. 15) recht dick, kuchenförmig, während die von Palaemon bedeutend mehr abgeplattet sind. Bei den nicht ganz reifen Spermien von Crangon (Fig. 16) ist der Kopf dicker und, von der Seite gesehen, mehr breit oval. Die Grösse des Kopfes scheint aber zu wechseln, indem man auch kleinere als das in Fig. 15 abgebildete Spermium antrifft; die Fig. 20 stellt ein solches kleineres dar. In den jüngeren Stadien ist der Kopf noch bedeutend dicker, mehr oder weniger regelmässig kugelig oder birnenförmig (Fig. 21).

An der oberen Fläche des Kopfes, welche also konvex gewölbt ist, findet sich offenbar nur eine sehr dünne, dicht anliegende Hülle. An der freien Kante bemerkt man aber eine Girlande von kugelförmigen Körnern, welche in der Regel nicht geradlinig, sondern in Festons verläuft (Fig. 15 und 16). Von der unteren Fläche betrachtet (Fig. 19), erscheint dieser Körnerbeleg als ein Randring. Hier bemerkt man aber, dass auch an der ganzen unteren Fläche eine Schicht von hellen Körnern liegt, obwohl sie weniger stark hervortreten. Von der Mitte der unteren Fläche tritt mit konischer Basis der Stiftfortsatz hervor; er ist, wie die Ansicht von der Seite her (Fig. 15, 16, 17, 20) zeigt, sowohl absolut, als relativ zur Grösse des Kopfes, bedeutend kürzer als an den Spermien von Palaemon. Im Verhältnis zu seiner eigenen Länge ist er dagegen dicker, spitzt sich aber auch nach dem freien Ende hin nadelförmig zu. An der Basis läuft er mit radienartig angeordneten Wurzeln

in der unteren Belegschicht des Kopfes aus (Fig. 19). Er ist von fester Konsistenz, zeigt keine Struktur und keinen sichtbaren Kanal im Inneren.

Wie bei den Spermien von Palaemon hat man also auch bei Crangon folgende Teile zu unterscheiden: den kuchenförmigen *Kopf*, die stiftförmige *Schwanzkapsel* und die Körnerschicht, die ich als das *Nebenkernorgan* auffasse. Auch hier vermochte ich nicht den Centralkörper an der gewohnten Stelle nachzuweisen. Indessen fand sich auch hier in manchen Spermien dieselbe eigentümliche, oben bei den Spermien von Palaemon beschriebene Bildung, nämlich einen strangförmigen, sich mit Rosanilin stark färbenden Fortsatz, welcher von der Mitte der unteren Fläche, am Ansatz der Schwanzkapsel, mehr oder weniger weit nach oben hin durch den Kopf sich verfolgen liess. Die Fig. 17 und 18 stellen zwei solche Spermien dar. Dieses Gebilde konnte aber nicht in allen Spermien nachgewiesen werden, weshalb es schwer ist, seine Bedeutung anzugeben, und ob er mit dem Centralkörperapparat zusammenhängt oder nicht. Ich versuchte auch an jüngeren Stadien, die Ausbildung dieses Gebildes zu eruieren, sah es aber in diesen nicht. Von solchen ganz frühen Stadien sind Fig. 22 und 23 — aber nicht wie die übrigen Fig. dreimal linear vergrössert — wiedergegeben, ein paar Beispiele; sie zeigen, wie der ovale helle Kern zuerst etwa mitten in der Zelle (Fig. 23) liegt und dann nach einer Seite zieht (Fig. 22).

Auch von *Hippolyte* untersuchte ich die Spermien in verschiedenen Entwicklungsstadien; da aber die Taf. XI schon fertig gestellt war, und ich also auf ihr keine neuen Abbildungen mitteilen konnte, so stehe ich auch von der Beschreibung dieser Spermien ab. Sie schliessen sich im ganzen nahe an die von Crangon und Palaemon, indem derselbe nadelförmige Typus vorliegt; die stiftförmige Schwanzkapsel ist an den Spermien von Hippolyte sehr kurz.

II. Die Spermien der Macrura reptantia.

(Taf. XII—XIV.)

Von diesen Tieren habe ich folgende eingehender untersucht: *Nephrops norvegicus*, *Homarus vulgaris*, *Astacus fluviatilis und Calocaris Mac Andreæ.*

a. Nephrops norvegicus (L.)

(Taf. XII, Fig. 1—8.)

Die Spermien von Nephrops scheinen bisjetzt nur von Grobben, in seiner letzten Abhandlung, v. J. 1906, beschrieben und abgebildet zu sein, und zwar im frischen Zustande und nur in Kürze und durch eine sehr kleine Abbildung erläutert. Er erkannte indessen, dass diese Spermien denen von Homarus ähnlich gestaltet sind, obwohl die Schwanzkapsel langgestreckter und schmäler ist und am freien Ende ein dunkleres Knöpfchen trägt; der Kopf ist abgerundet; vom ringförmigen Mittelteile (Halse) entspringen drei schwach gebogene Strahlenfortsätze.

Ich hatte vor einigen Jahren (1905) in unserer schwed. Zoolog. Station Gelegenheit, die Spermien dieses Tieres genauer zu untersuchen. Auf der Taf. XII sind nach meinen Präparaten einige solche Spermien wiedergegeben. Die Fig. 1 stellt ein ganzes, normal aussehendes Spermium in etwas schief perspektivischer Ansicht dar. Man erkennt hier eine lange, cylindrische Schwanzkapsel, deren eines, hinteres, Ende frei hinausragt; mit dem vorderen Ende aber ist sie an dem ziemlich grossen, kugelig abgerundeten Kopf angeheftet, und zwar gerade in der Mitte des Dreiecks, welches von den drei Seitenfortsätzen auf der hinteren Kopffläche gebildet wird.

In dem rundlichen *Kopfe* sieht man in meinen mit Osmium-Rosanilin-Kaliacetat und nach Zenker-Heidenhain behandelten Präparaten keine Struktur; an seiner Oberfläche auch nicht. Die drei *Seitenfortsätze* stellen lange, etwas biegsame, dünne und nach den Enden hin allmählich spitz auslaufende Fäden dar, welche sich nach den erwähnten Behandlungen stark färben und wahrscheinlich aus der Nebenkernsubstanz ausgebildet sind, obwohl man in ihnen keine körnige Struktur sieht; ob sie aus feineren Fasern bestehen, ist auch nicht sicher nachzuweisen. Ihre inneren Enden teilen sich aber, zur Hinterfläche des Kopfes angelangt, dichotomisch, und die beiden Teilfäden trennen sich in spitzem oder beinahe rechtem Winkel, um von einander nach jedem der beiden Nachbarfortsätze zu gehen. In dieser Weise hängen die drei Fortsätze mit einander zusammen. Von der Seite betrachtet, erscheinen noch deutlicher die Bögen, welche diese schmäleren verbindenden Fäden bilden (Fig. 4, 5, 6, 7); hier

bemerkt man auch, dass zwischen den Fäden und dem Kopfe sich eine anheftende Substanz befindet, welche auch kugelige Körper (Fig. 4) enthält.

Die lange, relativ schmale, cylindrische *Schwanzkapsel* (Fig. 1, 2, 3) verschmälert sich an beiden Enden ein wenig und rundet sich ab. Bei genauerer Untersuchung erkennt man in ihr eine Röhre, welche die Kapsel in ihrer ganzen Länge durchläuft. Diese Röhre ist an ihrem vorderen, an dem Kopfe angehefteten Ende am schmälsten, erweitert sich aber in ihrer hinteren Hälfte allmählich immer mehr und endigt am freien Ende der Kapsel mit einer eigentümlichen Ringbildung. Diese letztere entspricht offenbar dem von Grobben erwähnten dunkleren Knöpfchen. Es liegt aber hier kein solides eigentliches Knöpfchen vor, sondern ein quergestellter *Doppelring*, welcher, von hinten oder schief von der Seite betrachtet (Fig. 2), als ein einfacher Ring, gerade von der Seite aber (Fig. 3) als ein wirklicher Doppelring erscheint, indem ein vorderer grösserer und ein etwas kleinerer hinterer Ring hervortreten; beide diese Ringe liegen aber dicht aneinander geheftet. Es sieht, wenn man die Kapsel von der Seite betrachtet, zuweilen so aus, als ob hier vier Körnchen oder Kugeln zusammen lägen; diese Kugeln entsprechen aber den optischen Durchschnitten der beiden Ringe. Diese Ringbildung, welche scharf konturiert ist und eine glänzende, stark lichtbrechende Beschaffenheit hat, sowie mit Rosanilin sich färbt, bildet die Mündungsöffnung der oben erwähnten Röhre der Schwanzkapsel. Diese Röhre, welche nach aussen gegen die chitinöse Kapselwand scharf abgesetzt ist, enthält eine homogene Substanz und ist ihrerseits wieder nach innen scharf abgesetzt, indem in ihrer Axe ein schmaler *Kanal* zieht, welcher von dem einen Ende der Kapsel bis zum anderen Ende reicht und durch die Ringöffnung hinten mündet. Die innere Hälfte dieses Kanals (Fig. 1, 2, 3, 5) enthält nun einen strang- oder stabförmigen Körper, welcher hinten oft etwas zugespitzt ist (Fig. 2) und sich sowohl mit Rosanilin als mit Hämatoxylin färbt. Sein vorderes Ende ragt ein klein wenig aus dem Kanal der Schwanzkapsel hervor und reicht hier bis zu einem anderen, sich stark färbenden Körper, welcher in eine Grube der Kopfsubstanz etwas eingesenkt ist. Dieser zweite Körper kann auch als ein kleiner Haufen von drei zusammenliegenden Körnern erscheinen (Fig. 1, 5). Bei genauerer Untersuchung erkennt man aber, dass auch hier eine Ringbildung vorliegt, deren optische Durchschnitte als zwei Körner erscheinen (Fig. 2, 3, 4, 6, 7, 8). Ob nun das zuweilen sichtbare dritte Korn ein selbständiges, in dem Lumen des Ringes gelegenes Korn ist oder nur das vordere, kornförmig erscheinende Ende des oben erwähnten Stabes darstellt, liess sich nicht sicher entscheiden; mir schien es aber zuweilen wahrscheinlicher, dass hier ein besonderes Korn vorhanden war, weil es die Farbe stärker annahm als der Stab (Fig. 2, 5).

Offenbar hat man es hier mit dem *Centralkörperapparat* zu tun. Der vordere Ring, mit eventuell noch einem Korn, stellt den *vorderen*, proximalen Centralkörper dar, und der Stab entspricht dem *hinteren*, distalen Centralkörper. Der beschriebene Kanal der Schwanzkapselröhre ist der Kanal des letzteren Körpers.

Es bleibt aber noch der eigentümliche Prozess zu beschreiben übrig, welcher besonders von Labbé und Koltzoff bei gewissen anderen Macruren, v. a. beim Hummer, geschildert worden ist, nämlich die Ausstülpung oder sogen. *Explosion*.

Bei Nephrops habe ich eine grössere Anzahl solcher Spermien angetroffen, bei denen dieser Vorgang in den verschiedensten Stadien zu studieren war. In den Fig. 4—8 sind fünf solche Stadien wiedergegeben. Der Vorgang besteht darin, dass durch Anschwellung der in der Schwanzkapselröhre vorhandenen Substanz die elastische Kapsel gezwungen wird, sich über sich selbst umzustülpen. Hierbei spielt offenbar die Ringbildung der hinteren Kapselmündung eine Rolle; sie wird stark erweitert (Fig. 4 etc) und gleitet an der Aussenfläche der Kapsel immer weiter nach vorn hin, bis sie (Fig. 6) an dem Dreieck der Seitenfortsätze (Halsfortsätze) angelangt ist. In manchen Fällen geht aber der Ausstülpungsakt noch weiter, so dass z. T. auch diese Fortsätze und sogar ein Teil des Kopfes in die Schwanzkapselröhre hineingezogen werden, wie die Fig. 8 einen solchen Fall wiedergibt. Hierbei wird der hintere stabförmige Centralkörper nach hinten hin aus der Röhre ausgestülpt (Fig. 7 und 8). Aber, und dies ist besonders zu beachten, in meinen Präparaten sah ich oft auch den vorderen Centralkörper bei der Ausstülpung mitfolgen (Fig. 7 und 8).

Man hat nun diesen Vorgang, besonders beim Hummer, als einen normalen Akt beschrieben und aufgefasst. Labbé betrachtete ihn als das letzte Stadium der Reifung der Spermien, und Koltzoff sah in ihm einen physiologischen Akt, wodurch, unter Ausstülpung des hinteren Centralkörpers, das Spermium mittelst einer Art Explosionsbewegung seine für die Befruchtung wichtigen Bestandteile an das Ei abgäbe.

Ich muss gestehen, dass ich in beiden Beziehungen ein Zweifler bin. Jedenfalls möchte man den fraglichen Befruchtungsakt am Ei selbst mit eigenen Augen sehen, um überzeugt zu werden. Sogar Koltzoff hat diesen

nicht wahrnehmen können, nur eine kleine mechanische Bewegung des Spermiums bei der »Explosion». Dies ist aber nicht genug.

Bis auf weiteres betrachte ich die Ausstülpung als einen anormalen Vorgang, welcher durch die Anwendung unpassender Reagenzien (Wasser etc.) bei unseren Untersuchungen auftritt. Viele Arten von Spermien, und ganz besonders unter den Dekapoden, sind sehr sensibel und werden äusserst leicht verändert. Dies hat ja auch Koltzoff zugegeben und hervorgehoben. Dieser Forscher hat auch selbst eingesehen, dass die Explosion, wenigstens zum Teil, keine ganz natürliche Erscheinung ist, indem er die *höheren* Grade derselben als anormale anerkennt. Wo ist aber hier die wahre Grenze des Normalen und des Anormalen? Weshalb soll denn der distale Centralkörper vor der Befruchtung ausgeworfen werden, und wie geht es, wenn, wie ich oft sah, auch der proximale hierbei mitfolgt?

Ich kann also die Ansicht, dass dieser Ausstülpungs- oder Explosionsakt ein normaler, physiologischer Akt ist, nicht als sichergestellt anerkennen. Erst wenn es einmal gelingt, den Befruchtungsakt unter ganz natürlichen Verhältnissen sicher und direkt zu beobachten, kann diese Frage entschieden werden. Mit Annahmen und hypothetischen Erklärungen kommt man nicht zum Ziel. Die Hypothesen führen gar zu oft irre.

Bei den anderen Dekapoden komme ich übrigens noch mehrmals auf diese Fragen zurück.

b. **Homarus vulgaris.** M. Edv.

(Taf. XIII.)

Die Spermien des Hummers sind schon oft der Gegenstand von Untersuchungen gewesen. In späterer Zeit haben besonders G. Herrmann, Labbé und Koltzoff sie studiert. Ich widmete ihnen schon vor einigen Jahren eine Untersuchung, und die auf der Taf. XIII mitgeteilten Abbildungen rühren von jener Zeit her. Durch die Verfolgung der Entwicklung dieser Spermien haben Herrmann und Koltzoff ihre Organisation in vorzüglicher Weise erläutert. Infolge dieser Verhältnisse kann ich meine Darstellung kurz abfassen, und dies um so mehr, als diese Spermien in vieler Beziehung denen von Nephrops sehr ähnlich gebaut sind.

Die Fig. 1 der Taf. XIII stellt in der von mir in der Regel angewandten Vergrösserung (Zeiss' Apochr. Hom. Imm. 2 mm., Ap. 1.30, Okul. 12, drei mal linear vergrössert) dar. Man unterscheidet hier die hintere *Schwanzkapsel,* den vorderen (auf der Tafel nach unten gerichteten) dreieckig gestalteten Kopf und die drei von der Halsgegend hinauslaufenden Seitenfortsätze.

Der *Kopf* stellt, von der Seite gesehen, einen unregelmässig dreieckigen Vorsprung dar, welcher sich den drei Halsfortsätzen mit je einem Lappen gewissermassen anschmiegt; eine Struktur ist in ihm nicht zu sehen. Von vorn oder hinten zeigt er auch einen dreieckigen Umriss (Fig. 9), oder er ist mehr unregelmässig (Fig. 11). Er ist übrigens von etwas verschiedener Grösse.

Die Seitenfortsätze gehen nicht aus der Substanz des Kopfes hervor, sondern sind, wie Koltzoff betont, echte Halsfortsätze, d. h. sie entspringen von dem engen Zwischenraum zwischen dem Kopfe und der Kapsel und bestehen aus einer Substanz, die sich in Rosanilin und Hämatoxylin (nach Sublimatbeh.) stark färbt und sicherlich von dem Nebenkernorgan, oder, wie Koltzoff gezeigt hat, aus den Mitochondrien, gebildet wird. Gerade wie oben bei Nephrops geschildert wurde, besteht jeder Fortsatz aus zwei Fäden, deren jeder sich am Kapselfusse bogenförmig umbiegt und in die anderen beiden Nachbarfortsätze als die eine Hälfte desselben übergeht (Fig. 11). Das von ihnen an der hinteren Fläche des Kopfes beschriebene Dreieck ist indessen bedeutend kleiner als bei den Spermien von Nephrops und kann sogar durch Ausbreiten des Fadens ganz ausgefüllt sein (Fig. 9). Die Fortsätze sind allerdings ziemlich dünn, cylindrisch und im ganzen biegsam; sie verschmälern sich nur wenig nach ihren freien Enden zu und endigen dort nicht spitz, sondern abgerundet, stumpf.

Die *Schwanzkapsel* ist verhältnismässig kürzer und breiter als bei Nephrops, cylindrisch, an beiden Enden abgerundet. Sie besteht aus einer äusseren Chitinhülle, welche nach innen hin scharf abgesetzt ist, und zwar gegen eine Röhre, welche eine homogene Substanz enthält und in ihrer Mitte einen schmalen, cylindrischen Kanal birgt; dieser Kanal erweitert sich nach dem hinteren freien Ende trichterförmig und ist an seiner Mündung von einer Ringbildung umgeben, welche der entsprechenden bei Nephrops ganz ähnlich gebaut ist. Von hinten gesehen (Fig. 10) präsentiert sie sich als ein runder, glatter Ring mit einem runden Lumen; von der Seite betrachtet, erweist sie sich als aus zwei dicht aneinander gelagerten Ringen zusammengesetzt, von denen der hintere etwas kleiner ist (Fig. 1, 2, 3); beide Ringe erscheinen in der Seitenansicht als je zwei Kugeln, welche den optischen Durchschnitten der Ringe entsprechen. Etwa am vorderen Drittel der Schwanzkapsel erweitert sich die Röhre, und

ganz besonders der Kanal, bedeutend zu einem urnenartigen Raume (Fig. 1, 2, 3) mit einem spitzen Fusse nach hinten hin. In diesem Raume findet sich ein walzenförmiger Körper, dessen breiter, abgerundeter oder spitz auslaufender Teil nach hinten ragt, und dessen vorderes Ende quer abgestumpft gegen die hintere Kopffläche liegt. Nach Behandlung mit Zenker-Heidenhain zeigt sich dieser Innenkörper mehr oder weniger stark gefärbt (Fig. 5, 6, 13), wie auch von Koltzoff schon gezeigt worden ist. Zwar bietet seine Gestalt in solchen Präparaten recht verschiedene Variationen dar. Aller Wahrscheinlichkeit nach liegt indessen, wie ebenfalls die Studien Koltzoff's über die Spermiogenese zeigen, in diesem Innenkörper ein *distaler Centralkörper* vor. Nach vorn von demselben, gerade an der Kopfoberfläche, also im engen Halsstück, wo die Halsfortsätze zusammenlaufen, färbt sich ferner ein Korn (Fig. 8), welches dem vorderen, *proximalen Centralkörper* entspricht. Oft sah ich aber mehr als ein solches Korn, nämlich zwei (Fig. 20), und sogar vier (Fig. 17); oder auch lag ein strangförmiger Körper vor, welcher mehrere Biegungen machte, wodurch seine optischen Durchschnitte als verschiedene Körner erschienen (Fig. 12, 17, 22).

Schliesslich habe ich auch hier den schon früher von mehreren Forschern beschriebenen Ausstülpungs- oder Explosionsvorgang zu besprechen. Bei der Untersuchung der Spermien des Hummers trifft man alle möglichen Stadien dieses Vorgangs massenhaft. Wie bei Nephrops, kam ich meinesteils auch hier zu der Überzeugung, dass die *natürliche* Entstehung dieses Vorgangs noch sehr zweifelhaft ist. Mir machte es den Eindruck, dass man es hier eher mit einer Einwirkung der angewandten Reaktionsmittel zu tun hat. In manchen Präparaten kamen Ausstülpungsphänomene massenhaft vor, während sie in anderen, die von ganz demselben kleinen Spermienklumpen genommen waren, fehlten oder nur sparsam vorkamen. In den Fig. 15—21 sind solche Spermien in verschiedenen Stadien des Prozesses wiedergegeben worden. Man erkennt, dass hier eine Art Quellung der Schwanzkapselröhre vorliegt, wobei teils der elastische Ringapparat eine Rolle spielt, indem sich dieser am Ausstülpungsrande abflacht und sich in mehrere feinere Ringe auflöst; teils muss aber diese Umstülpung, und zwar wesentlich, davon herrühren, dass bei der Quellung die äussere Schicht der Schwanzkapsel einen bedeutenderen Widerstand macht, als die sie innen begrenzende Haut. Auch hier geht der Prozess immer weiter fort und endigt mit vollständiger Umstülpung, wie in Fig. 21, wobei zuletzt nicht nur der distale, sondern auch der proximale Centralkörper ausgestossen wird. Diese höheren Grade der Explosion rubriziert nun Koltzoff als »anormale» Kapselausstülpung. Eine eigentliche Grenze gibt es aber, wie gesagt, nicht; die »normale» geht in ihrem Fortschreiten direkt in die »anormale» über, und schliesslich wird sogar der Kopf mit den Halsfortsätzen auch in die Röhre hineingezogen. Da ich schon bei der Besprechung des Vorganges bei Nephrops meine Meinung darüber ausgesprochen habe, werde ich hier nicht noch einmal ausführlicher auf sie zurückkommen.

Schliesslich mag nur erwähnt werden, dass die Fig. 8 auf der Tafel eine Spermie wiedergibt, an der der Kopf abgelöst war und die Halsfortsätze sich zu einem einzigen Strang zusammengelegt hatten.

c. **Calocaris Mac Andreæ** Bell.

(Taf. XII, Fig. 9—20.)

Diese Spermien sind wohl hinsichtlich ihrer Organisation denen des Homarus und des Nephrops am nächsten zu stellen. Sie weichen aber in mehreren Beziehungen auch beträchtlich von diesen ab. Man unterscheidet an ihnen den *Kopf*, den *Halsteil* mit den *Seitenfortsätzen* und die *Schwanzkapsel.*

Der Kopf (Fig. 9) stellt einen verhältnismässig grossen, beinahe kugeligen Körper dar, welcher von einer dünnen, dicht anliegenden Hülle umgeben ist, und trägt an seiner hinteren Fläche einen bedeutenden, hügelartig nach hinten hin hinausragenden Kuchen, in welchem man eine Menge grosser Körner bemerkt, (Fig. 12, 14, 15 etc.), die durch eine andere Substanz zusammengehalten werden.

Dieser Kuchen, welcher die sogenannte Halspartie bildet, enthält offenbar das *Nebenkernorgan* (die sog. Mitochondrien); er färbt sich stark mit Rosanilin-Kaliacetat. Von seinem vorderen freien Rande entspringen in der Regel direkt mehrere dünne, fadenförmige Fortsätze, welche sich jedoch der Kopfkugel zuerst eine kürzere oder längere Strecke anschmiegen, ehe sie von derselben hinauslaufen. Sie legen sich hierbei dem Kopfe so dicht an, dass es oft so aussieht, als ob sie vom Kopfe selbst oder seiner Hülle entspringen (Fig. 9); doch gelingt es recht oft, sie bis zum Rande des erwähnten Kuchens zu verfolgen. Die Anzahl der Fortsätze beläuft sich in der Regel auf fünf, doch kann diese Zahl etwas variieren, und zuweilen ist sie nicht eben leicht festzustellen. Man trifft nämlich eine Menge von Spermien, bei denen die Fortsätze sich um den Kopf in wechselnder Weise winden. Die Fig. 11, 12, 16 geben einige solche Spermien wieder. Alle diese Fortsätze haben eine grosse Tendenz, sich spiralig

einzurollen, und zwar teils stellenweise auf ihrem Verlaufe nach aussen, teils und vor allem an ihrem Ende. In der Fig. 9 sieht man also von den fünf Fortsätzen vier an ihrem freien Ende spiralig aufgerollt, und in den Fig. 11 und 12 sind Beispiele von Spermien abgebildet, welche in den Präparaten oft vorkommen und diese eigentümliche Spiraleinrollung in charakteristischer Weise darbieten. Hierdurch entstehen an der Oberfläche des Spermienkopfes kleine runde, hügelartige Erhebungen, welche durch die strangförmigen Fortsätze in verschiedener Weise verbunden zu sein scheinen. Zuweilen sieht man sogar nur diese Hügel (Fig. 10) oder auch Stücke von Fortsätzen (Fig. 18).

Die *Schwanzkapsel* stellt einen konischen Körper dar, welcher mit breiter Basis der Hinterfläche des Kopfes aufsitzt, indem sie mit zugeschärfter Kante an dem Kuchen des Mittelteils befestigt ist, und mit quer abgestutzter Spitze nach hinten hinausragt, nachdem an ihr vorher, etwa an der Mitte, eine Einsenkung der Wand eingetreten war (Fig. 9, 10, 11). Wenn man die Kapsel im optischen Längsdurchschnitt studiert (Fig. 9), erkennt man, dass die Innenfläche ungefähr an ihrer Mitte eine cirkuläre, winklige Erhabenheit hat, wodurch der Binnenraum der Kapsel in zwei Abteilungen geteilt wird, eine vordere, schalenförmige und eine hintere, röhrenförmige; diese letztere öffnet sich hinten mit einer runden Mündung. In diesem Raume befindet sich vorn der Kuchen des Mittel- oder Halsteils und, von der Mitte dieses Kuchens entspringend, ein Stab, welcher, in der Axe der Röhre gelegen, gerade nach hinten zieht, um allmählich zugespitzt, in der Nähe der Röhrenmündung frei zu endigen (Fig. 9 und 10). Zuweilen sieht man, dass die Röhre eine besondere dünne Wand hat (Fig. 11), die sich von der Kapselwand abtrennen kann. In anderen Fällen kann man bis weit nach vorn hin eine Röhrenbildung spüren (Fig. 13), und man sieht dann in ihr den stabförmigen Körper weit nach vorn verlaufend. Es spricht viel dafür, dass man in diesem Gebilde den *distalen Centralkörper* vor sich hat. Am vorderen Ende des stabförmigen Körpers erkennt man auch zuweilen eine Kugel (Fig. 20), welche dem proximalen Centralkörper entsprechen kann, obwohl dies nicht sichergestellt werden konnte.

An der Innenfläche zeigt die Kapsel sowohl an der erwähnten winkligen Erhabenheit eine dunklere ringförmige Verdickung (Fig. 10, 12) als auch in ihrer vorderen breiteren Abteilung eine ebensolche noch stärkere verdickte Partie (Fig. 9, 10, 14, 15), welche nach der Ablösung der Kapsel (Fig. 13, 14) besonders deutlich hervortritt, indem sie stärker gefärbt wird. Die Kapsel ist indessen nicht ganz regelmässig auf der hinteren Kopffläche befestigt; man findet sie gewöhnlich nach einer Seite etwas hinausschiessend (Fig. 9, 12 etc.). Zuweilen kann diese Schiefstellung recht bedeutend sein, wobei der Kuchen der Halspartie auch stärker hinausragt (Fig. 16). Es ist möglich, dass diese letzteren starken Hinausragungen von der Präparation herrühren; es gibt aber Übergangsformen, die kaum dadurch zu erklären sind.

Zuweilen folgt bei der Ablösung der Kapsel auch der Kuchen mit (Fig. 15), und man erkennt dann leichter die körnige Zusammensetzung des letzteren.

Schliesslich dürfte hier auch erwähnt werden, dass man in der Kapselröhre nicht selten freie Kugeln findet, deren Natur schwer zu erklären ist. In Fig. 15 ist eine solche hinter der Spitze des Stabes, und in Fig. 14 sind drei Kugeln neben dem Stabe sichtbar.

Bei diesen Spermien trifft man nun auch eine Art Umstülpung der Kapsel, welche offenbar derjenigen bei Nephrops und Homarus homolog ist. Sie beginnt mit einer kleinen ringförmigen Verdickung, resp. Ausstülpung, des hinteren Mündungsrandes nach aussen hin (Fig. 13). Diese vergrössert sich immer mehr (Fig. 16 und 17), und der stabförmige Körper tritt allmählich durch die vergrösserte Mündung hinaus. Schliesslich biegt sich die Kapselwand, um sich selbst gerollt, so weit nach vorn hin, dass sie an den Halskuchen anstösst und der Stab aus der breiten Öffnung frei hinausragt. Die Fig. 18 stellt ein derartig verändertes Spermium von der Seite und im optischen Längsdurchschnitt (durchsichtig) dar. Die Fig. 19 gibt ein anderes in schiefer, perspektivischer Lage wieder. In betreff der Deutung dieses Vorgangs bin ich ebenso zweifelhaft und skeptisch, wie hinsichtlich der »Explosion» der Spermien von Nephrops, Homarus etc.

d. **Astacus fluviatilis** Rond.

(Taf. XIV, Fig. 1—8.)

Die Spermien des Flusskrebses sind seit den älteren Perioden der histologischen Wissenschaft schon so oft der Gegenstand von Darstellungen gewesen, dass es von Anfang an kaum anzunehmen war, dass etwas wichtiges Neues bei ihnen zu verzeichnen wäre. Infolge ihrer von denen der anderen untersuchten Macrura reptantia so abweichenden, oft hervorgehobenen besonderen Organisation wollte ich sie jedoch nicht ganz übergehen, um

umso mehr, als ich bei ihnen einige Einrichtungen gesehen, die ich in der Litteratur nicht oder nur teilweise angegeben gefunden habe. Da aber besonders durch die Untersuchungen von Grobben, Herrmann und Sabatier der Bau dieser Spermien schon ziemlich ausführlich dargestellt ist, dürfte es nicht nötig sein, auf alle Details ausführlich einzugehen.

Es ist nun in der Tat eine eigentümliche Erscheinung, dass die Spermien von Astacus von denen von Nephrops und Homarus so sehr abweichend gebaut sind und in mancher Beziehung denen der Brachyuren ähneln. In den Fig. 1—8 der Taf. XIV sind einige Abbildungen der reifen Spermien von Astacus wiedergegeben. Des Raumes wegen sind nur Fig. 1—4 in der am meisten von mir angewandten hohen 3-maligen linearen Vergrösserung dargestellt, die übrigen (Fig. 5—8) sind ohne diese bei der Vergröss. von Zeiss' Apochr. Hom. Imm. 2 mm Ap. 1.30 nebst Okul. 12 gemacht.

Wenn man eine Astacus-Spermie von der Seite betrachtet (Fig. 1), findet man sie abgeflacht, und vor allem ist die Schwanzkapsel niedrig und breit. Der Kopf besteht aus einem, von der Seite gesehen, abgeplatteten elliptischen Kuchen, welcher in seiner hinteren Partie die Schwanzkapsel aufgenommen hat und an ihr ansteigt. Von der vorderen oder hinteren Fläche betrachtet, hat er einen rundlichen, hier und da mit Zacken versehenen Umriss (Fig. 2, 5—7), so dass die runde Form hierdurch oft etwas unregelmässig wird. Die Zacken sind Ursprünge der Seitenfortsätze, welche also nicht, wie bei Nephrops und Homarus, von einer besonderen Halssubstanz, dem Nebenkernorgan, sondern vom Kopfe selbst, gebildet sind. Sie stellen, um die Terminologie Koltzoff's zu benutzen, nicht Hals-, sondern Kopffortsätze dar, durch welche Eigenschaft sie von den sonst verwandten Makruren abweichen und Organisationsverhältnisse der Brakyuren angenommen haben. Diese Kopffortsätze finden sich in sehr verschiedener Anzahl und haben auch sehr verschiedene Stärke und Länge. Bald sind nur wenige vorhanden; in der Fig. 6 sieht man 5, von denen 3 stärkere und 2 dünnere und ganz kurze. In Fig. 8 sind 6, in Fig. 2 und 7 ebenso, in Fig. 1 sind 7 und in Fig. 5 nicht weniger als 12 Fortsätze sichtbar. In anderen Fällen kann die Zahl noch grösser sein. Die Fortsätze entspringen in der Regel von dem äusseren abgerundeten Umfange des Kopfes; wenn man aber die Spermien von der hinteren Fläche betrachtet (Fig. 5, 6 und 7), erkennt man, dass ihre Wurzeln bis zu dem Kapselrande verfolgbar sind, indem an der Oberfläche des Kopfes Büschel von Streifen von dem Fortsatz nach dem Kapselrande laufen, und zwar etwas schief; diese Streifen ähneln gewissermassen Falten in einer den Kopf als eine Hülle umgebenden Membran oder Schicht. In den Fortsätzen selbst sieht man nur hier und da eine undeutliche Streifung. Die Fortsätze sind übrigens von ziemlich weicher Beschaffenheit und biegen sich deshalb bei der Präparation in den verschiedensten, sogar wellenförmigen, Richtungen, ohne geknickt zu werden (Fig. 5, 8). Im ganzen fand ich sie viel umregelmässiger distribuiert und viel mehr gewunden als die meisten bisherigen Abbildungen der Astacus-Spermien sie wiederzugeben pflegen.

In der Substanz des Kopfes, v. a. an seiner Oberfläche, fand ich nach schwacher Osmiumbehandlung oder nach kurzer Wassermaceration eine Zusammensetzung aus ziemlich grossen Kugeln (Fig. 2). Der im Inneren des Kopfes gelegene Kern färbt sich mit Beale'schem Karmin rötlich.

An der vorderen Fläche des Kopfes fand ich nun auch einen interessanten Körper, welcher, so weit ich ersehen kann, nicht hinreichend beachtet worden ist. Er besteht aus einem Klumpen von etwas verschiedener Grösse und Form und ist aus grösseren runden Körnern oder Kugeln zusammengesetzt, welche von einer sie verbindenden, sich mit Rosanilin stark färbenden Substanz eingehüllt sind. Die Fig. 1 stellt an der vorderen (unteren) Fläche rechts dieses Organ dar. In Fig. 2 sieht man es links von der Kapsel; in Fig. 5 und 6 rechts; in Fig. 7 ebenfalls, aber in zwei Abteilungen getrennt; In Fig. 8 findet man es links. Dieses Organ, welches konstant ist — es kann zwar zuweilen durch die Präparation abgestreift sein — und stets seine körnige Beschaffenheit behält, kann ich nur als das *Nebenkernorgan* auffassen. Beim Flusskrebs hat sich dies dann in einem besonderen Klumpen erhalten, anstatt in die Zusammensetzung der Halsfortsätze überzugehen, wie dies bei Homarus und Nephrops der Fall ist.

Es bleibt nun noch übrig, die *Schwanzkapsel* zu besprechen. Sie ist, wie man in der Seitenansicht (Fig. 1 etc.) erkennt, tief in die Kopfsubstanz eingesenkt. Von hinten (oben) betrachtet, hat sie, wie bekannt, einen rundlichen Umriss (Fig. 2, 5, 6, 7); von der Seite (Fig. 1, 3, 4, 8) erscheint sie bi-konvex; sie hat also gewissermassen die Gestalt einer optischen Linse. Von hinten her erkennt man in ihr oft nicht weniger als fünf, sonst vier Ringlinien; die innerste umgrenzt eine kleine runde Fläche, rings um welche ein ziemlich breiter dunklerer, dann ein schmaler heller Ring liegt, nach aussen von diesem findet sich ein ziemlich dunkler und breiter Ring, in welchem eine körnige Zeichnung hervortritt; und dann kommt ein dunkler, glänzender, stark lichtbrechender

Ring. Wenn man diese Ringbildungen mit den Verhältnissen in der Seitenansicht vergleicht, wird die Zusammensetzung klar. Der äusserste dunkle Ring mit seinen beiden Grenzlinien entspricht dem optischen Durchschnitt der äusseren dicken Wand der Chitinkapsel; der dann nach innen folgende, etwas hellere Ring entspricht der hinteren Wölbung dieser Kapsel bis an ihren inneren Begrenzungsrand. Der mittlere Teil des Flächenbildes entspricht der runden Mündung der Kapsel, d. h. einer sie vertikal durchziehenden breiten Röhre, in welcher sich ein Körper befindet, der die innersten Ringbildungen abgibt.

Die Schwanzkapsel stellt also eine Art Röhre dar, deren serviettenhalterähnliche Wand mit ihren Kanten medialwärts eingebogen ist, und zwar nicht nur die hintere, sondern auch die vordere Kante. Diese beiden Kanten sind durch eine innere dünne Röhrenwand vereinigt. In dem inneren ausgehöhlten Raum zwischen der eigentlichen Kapselwand und der Wand der Röhre befindet sich eine eigentümliche, aus hellen, in eine dunklere Substanz eingefügten Kugeln bestehende Masse, welche in Fig. 2 deutlich hervortritt. Die mittlere Röhre, welche also durch ihre seitliche dünne Wand von dem erwähnten äusseren Raum abgetrennt ist, kann etwas verschiedene Gestalt haben. Bald ist die Wand mehr gerade (Fig. 1, 4), bald nach aussen hin ausgebuchtet (Fig. 3, 8). In dieser Röhre erkennt man nun ein kegelförmiges Gebilde, welches mit breiter Basis von der hinteren Kopffläche, in welche die ganze Kapsel tief eingesenkt ist, in das Lumen der Röhre mehr oder weniger hoch emporragt (Fig. 3, 4) und nach oben hin bald breiter, bald mehr zugespitzt endigt. In diesem Körper ist nun der Centralkörperapparat zu suchen. Ich versuchte nun denselben mittelst der gewöhnlichen Methoden distinkt gefärbt zu erhalten, aber leider vergebens.

Schliesslich ist zu bemerken, dass an der hinteren Mündung der Schwanzkapselröhre ein heller linsenförmiger Körper gefunden wird (Fig. 1, 8), welcher diese Mündung zuschliesst.

Die Spermien der Anomura.

(Taf. XIV, Fig. 9—17 und Taf. XV, Fig. 17—21 sowie Taf. XVI.)

Unter den Anomuren waren mir nur *Eupagurus bernhardus*, *Galatea squamifera* und *Porcellana longicornis* zugänglich.

a. **Eupagurus (Pagurus) bernhardus** (L.).

(Taf. XIV, Fig. 9—17 und Taf. XV, Fig. 17—21.)

Wegen der Schwierigkeit, den Abbildungen der so unregelmässig gestalteten Spermien auf den Tafeln Platz zu bereiten, wurde ich genötigt, diejenigen von Eupagurus auf zwei Tafeln zu verteilen und sie mit je zwei anderen Spermienformen, denen von Astacus und von Lithodes, zu vereinigen.

Die Fig. 9 der Taf. XIV stellt ein Spermium von Eupagurus in der Flächenansicht mit seinen drei Fortsätzen dar, und die Fig. 10 derselben Tafel gibt ein solches von der Seite, aber ohne die äusseren Enden dieser Fortsätze, wieder. In der letzteren Figur erkennt man unten den hellen Kopf und über ihm den Mittelteil, von dem die Fortsätze entspringen; die in dieser Ansicht ovale oder urnenförmige Schwanzkapsel sitzt, mit ihrer Basis in dem genannten Mittelteil eingeschoben. In der Flächenansicht (Fig. 9) zeigt die Schwanzkapsel, wie gewöhnlich, einen runden Umfang und in ihrer Mitte eine helle Öffnung, welche von einem dunkleren Ring umgeben ist. Der helle *Kopf* stellt (Fig. 10), von der Seite gesehen, einen etwas unregelmässig gestalteten Körper dar, welcher bald mehr dreieckig, bald mehr rundlich taschenförmig ist und mit je einem zipfelförmigen Lappen sich den drei Halsfortsätzen anschmiegt (Fig. 10), was besonders in der Flächenansicht (Fig. 9) deutlich erscheint. Die genannten drei Fortsätze entspringen von einer am Halse befindlichen, stärker färbbaren Substanz, die wohl dem Nebenkernorgan entspricht und in die Substanz der Fortsätze direkt übergeht. Die Fortsätze sind recht lang, nicht steif, sondern biegbar und verschmälern sich allmählich gegen ihre freien spitzen Enden. Die drei Fortsätze können durch die Präparation zuweilen eingezogen werden und winden sich dann in verschiedener Weise (Taf. XIV, Fig. 14).

Die, von der Seite gesehen, ovale, nach hinten (oben) hin breitere und im Querdurchschnitte runde *Schwanzkapsel* hat eine axiale Röhre, welche bis in ihre Enden hinausläuft und sich öffnet. Die hintere Öffnung (Fig. 10) ist rundlich (Fig. 9) und, wie schon oben erwähnt, von einem kleinen Ringwulst umgeben (Fig 9 und 10).

Diese Röhre hat eine ziemlich dicke Wand, welche der eigentlichen Kapselwand anliegt. (Fig. 10 der Taf. XIV.)

Bei diesen, im normalen Zustande also gestalteten Spermien tritt nun auch in manchen Fällen ein charakteristischer Ausstülpungs- oder Explosionsprozess auf, von welchem in den übrigen Abbildungen (Taf. XIV, Fig. 11—13, 15, 16 und Taf. XV, Fig. 17—19) einige Stadien wiedergegeben sind. In Fig. 11 der Taf. XIV liegt ein Anfangsstadium vor, und in Fig. 12 ist dasselbe weiter gekommen. Die Kapsel stülpt sich in diesen Fällen von der hinteren Öffnung her eine Strecke um sich selbst herum. In den meisten Fällen traf ich aber nur ein Auswerfen des inneren Kapselkörpers, d. h. der Röhre mit ihrer dicken Wand, ohne Umstülpung der Kapselwand selbst. Fig. 13, 15, 16, 17 der Taf. XIV stellen verschiedene weitere Stadien dieses Vorgangs dar, und die Fig. 17, 18, 19 der Taf. XV können diese Reihe komplettieren. Die Fig. 24, wie die Fig. 15, der Taf. XIV geben späte Stadien dieses Vorgangs wieder. Dass man hier einen normalen Akt vor sich hat, muss ich auch bei diesen Spermien bis auf weiteres bezweifeln.

Ich habe bisher bei Eupagurus das Verhalten der *Centralkörper* nicht berührt. Durch die Behandlung mit Rosanilin wie auch mit Heidenhain'schem Hämatoxylin gelingt es nicht selten nachzuweisen, dass in dem Kanale der Röhre der Schwanzkapsel ein cylindrischer *distaler* Centralkörper gelegen ist, welcher sich stark färbt (Fig. 13 der Taf. XIV) und nach vorn hin zuweilen durch einen äusserst feinen Faden mit dem kugelförmigen *proximalen* Centralkörper verbunden ist (Fig. 13 und 17 der Taf. XIV). In anderen Fällen liegt der letztere Körper von ihm getrennt (Fig. 15 der Taf. XIV, Fig. 17, 19, 20 der Taf. XV). Bei dem Auswerfen der genannten Kapselröhre wird nun auch der distale Centralkörper ausgeworfen; dagegen sah ich den proximalen dabei an seinem Platze bleiben, wie auch mehrere Figuren zeigen.

Die Fig. 20 und 21 der Taf. XV wage ich nicht sicher zu deuten. Sie können frühere Entwicklungsstadien von Spermien darstellen; es ist aber auch möglich, dass sie durch die Präparation veränderte Zustände sind. Ich liess sie aber mitfolgen, weil man v. a. den proximalen Centralkörper an ihnen gut sieht und in Fig. 25 auch einen distalen, sowie auch deshalb, weil die Halssubstanz mit den Fortsätzen sich hier ringförmig zusammengezogen hat. Es kommt nicht selten vor, dass sie sich zu drei Körpern kontrahiert hat. (Fig. 11 der Taf. XIV.) Dass sie frühere Stadien sind, stimmt auch recht gut mit den von Koltzoff hierüber gelieferten Darstellungen überein. Ebenso stimmt die hier oben gegebene Schilderung der Centralkörper im ganzen gut mit derjenigen dieses Forschers überein, obwohl er noch weitere Strukturen an ihnen beschrieben hat.

Galathea squamifera (Fabr.).

(Taf. XVI, Fig. 1—18.)

Die Spermien von Galathea sind schon mehrmals untersucht worden, und in der letzten Zeit hat sie Koltzoff eingehender behandelt. Sie bestehen aus einem ziemlich kugelförmigen oder auch eiförmigen Kopfe (Fig. 1, 2, 3), einer spindelförmigen *Schwanzkapsel*, welche mit dem Kopfe mittelst eines Halsstückes vereinigt ist, und aus drei langen, von dem Halsstücke entspringenden Fortsätzen; und schliesslich habe ich an ihnen auch konstant einen Körnerhaufen gefunden, welcher mir das eigentliche *Nebenkernorgan* zu sein scheint.

Der *Kopf* hat, wie eben erwähnt, bald eine mehr kugelige, bald eine mehr längliche, ovale Gestalt, ist aber zugleich gewöhnlich an seiner Oberfläche unregelmässig, indem Einschnürungen verschiedener Art, bald der Länge, bald der Quere nach oder auch in schiefer Richtung die Fläche eingezogen haben. Hierdurch entstehen oft ganz eigentümliche Formen. Die Fig. 1, 3 und 12 geben einige solche Köpfe von der Seite her wieder, und die Fig. 5, 6 und 7 stellen einige andere Köpfe, von dem vorderen Ende betrachtet, dar. Es können übrigens mancherlei Variationen vorkommen. Man sieht deutlich, dass die Substanz des Kopfes durch rinnenförmige Einschürungen, die sicherlich von der umgebenden Hülle herrühren, eingezogen und umgestaltet ist. Koltzoff hat diese Formgestaltungen studiert und am Kopfe nicht nur eine zarte Querstrichelung, die auf einen Spiralfaserapparat hinweist, sondern einen äusseren Skelettapparat von Meridional- und Querreifen beschrieben, welcher indessen leicht abfällt. In meinen Präparaten sehe ich zwar nicht diese Reifen, wohl aber die erwähnten Einschnürungen, welche auf resistentere Stellen, vielleicht Fasern, in der engen elastischen Kopfhülle hindeuten. Die Kopfsubstanz erscheint übrigens ganz homogen.

Hinter dem Kopfe befestigt sich die Halspartie sehr dicht. Diese Partie ist bald kürzer (Fig. 1, 3, 8, 10, 11, 12), bald länger (Fig. 2, 9), färbt sich mit Rosanilin und Hämatoxylin und schickt nach aussen-vorn hin die

drei sich ähnlich färbenden Fortsätze aus, welche sich als ziemlich gerade oder wenig gebogene Fäden nach ihren drei Seiten ausspreizen (Fig. 1 und 2) und nach den freien Enden hin allmählich immer dünner werden, bis sie ziemlich spitz auslaufen. Oft sehen sie etwas abgeplattet aus, was besonders dann hervortritt, wenn sie gewunden sind (Fig. 14), wobei die Kanten dunkler erscheinen und auf eine Zusammensetzung aus zwei Fasern hindeuten.

Diese drei Fortsätze verlaufen in ihrem inneren Anfangsteil der hinteren Kopffläche entlang, ehe sie dieselbe verlassen, um sich frei auszuspreizen. Nicht selten folgen sie ihr aber noch eine Strecke, um dann winkelig gebogen nach aussen zu ziehen (Fig. 11, 8). Zuweilen folgen sie der Fläche des Kopfes noch weiter nach vorn (Fig. 2) und ziehen dann in derselben Richtung weiter. Im Winkel zwischen zwei der Fortsätze findet sich nun an der Kopfoberfläche der oben erwähnte Körnerklumpen, gewöhnlich direkt mit der Halssubstanz zusammenhängend (Fig. 1, 2, 9); er kann verschiedene Grösse und Form haben; nicht selten zieht er als ein mehr oder weniger gewundener Strang nach vorne, der Kopffläche entlang, um mit einem umgebogenen Ende zu endigen (Fig. 1, 3, 8, 11). Ich kann diesen Körper nicht anders deuten denn als eigentliches *Nebenkörperorgan;* er ähnelt dem entsprechenden Körnerkörper der Spermien von Astacus und auch mehrerer Brachyuren.

Hinter dem Halse findet sich dann die *Schwanzkapsel.* Dieselbe hat im normalen Zustande (Fig. 1, 2, 3, 8) eine kegel- oder leichenurnenförmige Gestalt und zeigt drei Abteilungen, eine vordere ovale, welche am Halse der Spermie befestigt ist und sich dunkel färbt, eine schmälere, kürzere, hellere und schliesslich eine abgerundet konische, nach hinten frei hinausragende, sich dunkel färbende, welche letztere oft mit einem hellen Knopf endigt und im ganzen als eine Mütze oder ein Deckel aufsitzt. Ferner erkennt man oft in der Axe der Kapsel einen dunkleren geraden Streifen (Fig. 1).

Koltzoff hat mit kochendem KOH die Kapseln der Galatheaspermien behandelt und in ihrem Inneren ein Chitinröhrchen gefunden, welches in der Mitte einen verdickten Gürtel aufweist. Er hat ebenfalls eine Art Explosion, ohne Umstülpung der Kapselwand, beschrieben, wobei das ganze innere Röhrchen samt dem distalen Centralkörper nach hinten hinausgestossen wird.

Ich habe an vielen Spermien der Galathea ebenfalls diese Ausstülpung der inneren Kapselröhre in verschiedenen Stadien wahrnehmen können. Die Fig. 10, 11, 12 geben solche Spermien wieder. Beim Quellungsakt löst sich die hintere konische Mütze an ihrem vorderen Rande von dem Mittelteil der Kapsel ab und wird durch die hervordringende innere Kapsel weiter nach hinten hin gestossen (Fig. 10, 11); die eingetretene Öffnung erweitert sich noch mehr, und die ganze innere Kapselröhre mit ihren dicken gequollenen Wänden dringt, mit der abgelösten Mütze an der Spitze, heraus. Im Inneren der ausgestossenen Röhre erkennt man einen Streifen, welcher dem distalen Centralkörper entspricht. Hier liegt also, wie Koltzoff betont, eine Explosion ohne Umstülpung der Kapselwand vor. Ob sie aber einen natürlichen, normalen Akt darstellt, scheint mir ebenso wenig sichergestellt, wie bei der anderen Art der Explosion, bei Nephrops und Homarus. Für diese meine Anschauung spricht noch eine Beobachtung, die ich bei den Galatheaspermien machte. Es gibt nämlich hier noch eine andere Art von Explosion; die Kapsel kann auch nach der Seite hin, weiter nach vorn, »explodieren»; die Fig. 13 stellt einen solchen Fall dar. Der Quellungsdruck im Inneren der Kapsel hat in solchen Fällen nicht den hinteren, mützentragenden Teil losbrechen können, sondern hat dann einen weniger starken Widerstand an der Seitenwand des unteren Teils gefunden und diese an einer Stelle zerbrochen, um ihren Inhalt zu entleeren.

Was nun den *proximalen Centralkörper* betrifft, so habe ich ihn nur in einigen Fällen, im Halsteil, scharf färben können. Die Fig. 9 stellt ein solches Präparat dar. Gewöhnlich färbt sich der ganze Halsteil so stark, dass sich der genannte Körper nicht gut differenziert.

Hin und wieder traf ich Tiere, deren sämtliche Spermien in den Präparaten zusammengekrümmt lagen, wobei die Fortsätze um den Kopf schlingenförmig verliefen. Die Fig. 15—17 zeigen solche Spermien, von denen die der letztgenannten Figur sogar in »Explosion» begriffen war. Ich fasste solche Spermien als jüngere noch nicht ganz reife Stadien auf. Koltzoff hat auch schon solche gesehen und abgebildet (S. 452 seiner Arbeit), er hat aber diesen Zustand durch seine Experimente hervorgerufen. Eine Vakuolbildung, wie er sie erhielt, sah ich nicht. Ich kann also meine Ansicht hinsichtlich dieser Gestaltung bis auf weiteres nicht mit Bestimmtheit präzisieren.

Da in meinen Präparaten die Spermatophoren bei der Galathea in Menge vorkamen, gebe ich auf der Tafel eine solche Kapsel wieder (Fig. 18), um weiter unten die Spermatophorenkapseln von *Porcellana* damit vergleichen zu können. In der Fig. 1[illegible] sieht man eine solche Kapsel ungeöffnet und mit einer Menge von Spermien gefüllt; die eigentliche Kapselwand ist nicht so dick, wie es erscheint; nach innen von ihr findet sich ein Spaltenraum und eine neue körnige dünne Wand, welche den eigentlichen Spermienraum begrenzt. Die Spermatophoenkapsel ist

oval, mit breiter Basis einem Ast des Spermaphorenbaumes ansitzend, und an ihr stossen zwei andere Kapseln an, von denen nur die angrenzenden Wände angedeutet sind. Die Äste, an denen die Kapseln in langen Reihen befestigt sind, bestehen aus einer homogenen, »wachsähnlichen» oder gelatinösen Substanz, in welcher eine Menge von rundlichen Gruben und Löchern ausgehöhlt ist; diese Substanz färbt sich mit der Osmium-Rosanilin-Kaliacetatbehandlung intensiv rot.

Porcellana longicornis (L.).

(Taf. XVI, Fig. 19—25.)

Weil die Porcellana zu derselben Familie wie die Galathea gehört, möchte man glauben, dass ihre Spermien denen dieser Anomure sehr ähnlich seien. Dies ist aber nicht immer der Fall. Sie sind im Gegenteil bei gewissen Arten so eigentümlich organisiert, dass man sie kaum anders auffassen kann, denn als eine reduzierte Form. Grobben hat sie schon in seiner ersten Abhandlung über die Spermien der Dekapoden vom J. 1878 beschrieben und abgebildet, und zwar von Porcellana longicornis und platycheles. Die Spermien der letzteren Art besitzen nach Grobben genau denselben Bau wie die von Galathea und sind auch mit drei äusserst langen Strahlen versehen. Die der P. longicornis dagegen zeigten keinen deutlichen Mittelzapfen (Kern), wohl aber ein glänzendes Körperchen, das ein rudimentärer Mittelzapfen sein kann; bei diesen Spermien sah er nur zwei (sehr lange) Strahlen, doch glaubt er, dass hier dennoch zwei Strahlen verklebt sind, wofür spricht, dass der eine Strahl stets dicker ist als der andere. Da es mir nun vergönnt war, gerade die Spermien dieser letzteren Art zu untersuchen, bemühte ich mich, sie genauer kennen zu lernen. Diese Untersuchung bot aber recht grosse Schwierigkeiten dar. Die Spermatophoren, welche kleinere Säckchen als die der Galathea darstellen, sitzen, wie bei der letztgenannten, an verzweigten Stäben reihenweise angeordnet (Fig. 25). In den Fig. 23 und 24 sind zwei solche Säckchen in derselben Vergröss. wie die der Galathea (Fig. 18) abgebildet, woraus man erkennt, wie viel kleiner sie sind als diese. In den Säckchen bemerkt man nur gerollte Fäden und eine grössere glänzende Kugel (Ernährungsmaterial?); diese Fäden haften gewöhnlich mit ihrem einen spiralig gerollten Ende an der inneren Wandfläche des chitinösen Säckchens (Fig. 23). Zerdrückt man nun ein solches Säckchen (Fig. 24), so schlüpfen die Spermien hinaus. Erst dann lassen sie sich genauer studieren. Die meisten liegen aber fortwährend mehr oder weniger aufgerollt, wie in den Fig. 21 und 22 wiedergegeben ist; und nur ausnahmsweise trifft man sie so gerade gestreckt, dass man sie ihrer ganzen Länge nach zu überblicken vermag. Die Fig. 19 stellt ein solches Spermium dar. Dass nun diese Spermien ein von den Spermien der Galathea und der übrigen Dekapoden sehr verschiedenes Aussehen darbieten, ist offenbar. Sie bestehen nämlich aus einem sehr unansehnlichen urnenförmigen Teil, von dessen schmälerem Ende ein äusserst langer Faden ausgeht. Dieser Faden zeigt bei genauer Untersuchung eine Zusammensetzung aus zwei parallel verlaufenden Fäden, von denen der eine, wie Grobben hervorhebt, auffallend schmäler ist. Ich fand diesen schmäleren auch bedeutend kürzer als den anderen; wahrscheinlich habe ich ihn nicht in seiner vollen Länge darstellen können; sicherlich ist er länger als in dem in Fig. 19 wiedergegebenen Falle; ob er aber eben so lang sein kann, wie der dickere Faden, welcher gegen sein freies Ende hin allmählich dünner wird und zuletzt ganz spitz ausläuft, lasse ich dahingestellt.

Ich bemühte mich nun zu eruieren, ob der dickere Faden, wie Grobben es für möglich hält, aus zwei verklebten Fäden besteht. Es gelang mir aber nie, eine solche Zusammensetzung dartun zu können. Die zwei sichtbaren Fäden liegen gewöhnlich dicht beisammen und sind von einer helleren Substanz zusammengehalten; sie scheinen grossenteils von etwa gleicher Stärke zu sein, erst in ihrem weiteren Verlaufe sieht man deutlich, dass der eine Faden dünner ist, was sich besonders zeigt, wenn sie sich von einander trennen. In ihrem ersten Verlaufe bemerkt man auch oft einen feinkörnigen Beleg, der sie zusammen einhüllt (Fig. 19).

Mit dem erwähnten kurzen urnenförmigen Teil hängt der Faden gewöhnlich mittelst eines kurzen helleren Halsteils zusammen (Fig. 19, 20); zuweilen ist die Halspartie dicker oder von einer umgebenden Substanz verhüllt (Fig. 21, 22). Am urnenförmigen Teil sieht man nur schwache Spuren einer Organisation; an seinem freien breiteren Ende findet sich jedoch ein ringförmiges, sich bald heller, bald dunkler färbendes Gebilde (Fig. 19, 22), und am Ende selbst ein schwach konvexer Hügel. Im Innern des urnenförmigen Teils sieht man zuweilen, obwohl undeutlich, ein mittleres Stäbchen, welches von einem breiteren Fusse ausgeht (Fig. 22). Aus diesen Befunden lässt sich aber kein sicherer Schluss auf den eigentlichen Bau ziehen. Und doch muss gerade dieser Teil sowohl die Schwanzkapsel, die Centralkörper und auch die Kernsubstanz enthalten. Denn, wo hat man sonst diese notwendige Substanz zu suchen? Eigentlich sollte sie, wie bei den Galathea-Spermien, zwischen dem Anfang der beschriebenen Fäden zu

suchen sein. Das von Grobben erwähnte Körnchen konnte ich nicht finden. Dagegen wäre es möglich, dass der fein körnige Beleg, den ich am Anfang der Fäden bemerkte und der in Fig. 19 abgebildet ist, der Kernsubstanz entspräche. Hier liegen indessen Fragen vor, welche wohl nur das Studium der Spermiogenese entscheiden kann.

Jedenfalls ist es offenbar, dass, wie schon Grobben bemerkt, diese Spermien von Porcellana longicornis sehr eigentümlich differenziert und auch rudimentär sind.

Die Spermien der Brachyura.

(Taf. XV, Fig. 1 —16, Taf. XVII.)

Von den in unserem Meere vorkommenden Brachyuren habe ich zur näheren Untersuchung folgende gewählt: *Lithodes Maja*, *Stenorhynchus rostratus*, *Hyas coarctatus* und *araneus*, *Eurynome aspera*, *Portunus depurator* und *pusillus*, *Ebalia tumefacta*, *Carcinus moenas* und *Cancer pagurus*.

a. Lithodes Maja (L.).

(Taf. XV, Fig. 1 —16.)

Die Spermien von Lithodes bieten eine interessante Übergangsform zwischen denen der Makruren und Anomuren einerseits und denen der anderen Brachyuren anderseits dar.

Man erkennt an den Lithodesspermien den *Kopf*, die Halsfortsätze und die Schwanzkapsel, sowie auch einen körnigen Körper, welcher der Halspartie angefügt ist. Die Fig. 1 stellt eine solche Spermie von der Seite und Fig. 2 eine von der hinteren Fläche dar.

Der *Kopf* ist in der Regel von hinten nach vorn etwas abgeplattet kugelig, von seiner Hülle dicht umgeben. Auf seiner hinteren Fläche sitzt, dicht angeheftet, die s. g. Halspartie, welche hier aus einer dreieckigen Scheibe besteht, deren drei Ecken in je einen langen, sich allmählich verdünnenden und spitz auslaufenden, ziemlich biegsamen Faden auslaufen. An einer Ecke dieser Scheibe sitzt der erwähnte Körper, welcher bald mehr oval, bald mehr rundlich ist und sich bei genauerer Untersuchung als aus Körnern zusammengesetzt zeigt. Ich betrachte hier, wie bei mehreren anderen Krebsspermien, diesen Körper als zum *Nebenkernorgan* gehörend.

In die Substanz der Halspartie eingesenkt, sitzt dann die rundlich gestaltete *Schwanzkapsel*, welche sich von der Seite wie in den Fig. 1, 3, 6, von hinten wie in den Fig. 2 und 7 zeigt. An ihrem hinteren freien Ende erkennt man schon in Fig. 1 eine kleine, ringförmige, schwach erhabene Scheibe mit einer runden Öffnung in der Mitte. In den Fig. 3 und 6 ist diese Scheibe höher, stärker ausgebildet; ob nun dies eine ganz normale Erscheinung ist, oder auf Quellung infolge der Präparation beruht, ist schwer zu entscheiden. Die Spermien der Brachyuren sind nämlich für die Einwirkung verschiedener chemischer Reagenzien oft sehr empfindlich, und es ist in der Tat nicht eben leicht zu wissen, was ganz natürlich ist und wo die anormale Gestaltung beginnt. Die Einwirkung von Wasser, auch von Salzwasser, ist nicht unschädlich. In mehreren Fällen, besonders an Präparaten, welche mit Zenker-Heidenhain behandelt waren, fand ich also auch bei Lithodes kleine Fortsätze am Kopfe selbst (Fig. 16), während die Halsfortsätze sich um die Basis der Schwanzkapsel zu einer fortsatzlosen Masse zusammengezogen hatten. In solchen Präparaten kam diese Klumpenbildung der Halssubstanz besonders oft vor, und zwar in ganz wechselnder Weise. In den Fig. 9—13, 15 sind einige solche Spermien wiedergegeben.

In der Axe der Kapsel findet sich eine Röhre, welche sich nach dem Kopfe, also proximalwärts, erweitert (Fig. 1, 3, 4—6), um dann am vordersten Ende wieder etwas verengt zu werden. In dieser Röhre findet sich ein stabförmiger Körper, welcher mit Zenker-Heidenhain dunkel gefärbt werden kann und sicherlich den Centralkörperapparat enthält, nämlich einen proximalen und einen distalen Körper (Fig. 9), obwohl es mir nicht gelang, ganz distinkte Färbungen zu erhalten.

Auch bei Lithodes liess sich nun auch der bei den Makruren und Anomuren beschriebene Ausstülpungsakt nachweisen. Es fängt dieser Akt damit an, dass sich das freie hintere Ende der Schwanzkapsel mit der ringförmigen Scheibe erhebt. Die Fig. 3, 4 und 5 stellen Spermien dar, wo diese Scheibe schon etwas grösser als normal ist und einen hervorragenden kleinen Pfropfen in der Mündung zeigt. Dann stülpt sich die Kapsel weiter um sich selbst hinaus, und der stark erweiterte elastische Ring wandert immer mehr nach vorn hin (Fig. 9).

Es zeigt sich nun, dass dieser Ring aus zwei parallel aneinander gelegenen Ringen besteht (Fig. 8, 10, 11), obwohl sie zuweilen auch zusammen liegen können (Fig. 12). Die Umstülpung geht immer weiter, bis der hintere Kapselrand mit dem Ring bis an den Halsteil und die hintere Kopffläche gelangt ist (Fig. 10). Während dieses Prozesses hat sich auch die hintere Mündung der Kapselröhre immer mehr erweitert (Fig. 8) und wird immer mehr trichterförmig (Fig. 10, 11, 12). Die in der Röhre eingeschlossene Substanz wölbt sich aus der Mündung hinaus (Fig. 12) und biegt sich ferner sonnenschirmartig über die Kapsel nach aussen (Fig. 11). Während dieses Aktes erkennt man deutlich, dass der Inhalt der Röhre eine distinkte Wandung hat und aus zwei Teilen besteht, nämlich dem eigentlichen Röhreninhalt und einem axial gelegenen Stab (Fig. 8, 9, 11, 12), welcher letztere offenbar dem distalen Centralkörper entspricht. Es gelang mir nicht, Bilder zu erhalten, wo das Auswerfen dieses Körpers sicher konstatiert werden konnte. Möglicherweise war das in Fig. 15 wiedergegebene Spermium ein solcher Fall; und in Fig. 13 und 14 sind zwei andere Spermien abgebildet, wo in der Mündung runde Körper lagen, die als Centralkörper angesprochen werden können. Unter ihnen war aber die Röhre noch so dunkel gefärbt, dass man ihren Inhalt nicht analysieren konnte.

Dass in diesem Akt ein natürlicher, normaler Prozess vorliegt, davon konnte ich mich auch bei Lithodes nicht überzeugen.

Es bleibt schliesslich übrig, hier die Spermien einer Gruppe von Brachyuren zu beschreiben, welche unter sich mehrere prinzipielle Ähnlichkeiten darbieten, nämlich *Stenorhynchus*, *Hyas*, *Eurynome*, *Cancer*, *Carcinus*, *Portunus* und *Ebalia*. Die Spermien dieser Tiere sind zwar schon grösstenteils zu verschiedenen Malen von den Forschern dargestellt und geschildert worden. Da ich aber noch einiges hinzuzufügen habe, und ihre Darstellung für eine übersichtliche Besprechung der Spermien der Crustaceen wichtig ist, werde ich sie, obwohl in möglichst kurzer Weise, hier behandeln. Auf der Taf. XVII sind Abbildungen derselben zusammengestellt, so dass man sie überblicken kann. Ich werde mit den Spermien von Stenorhynchus anfangen, weil sie besonders ausgeprägt sind.

b. **Stenorhynchus rostratus** L.

(Taf. XVII, Fig. 24—33.)

Von der hinteren Fläche betrachtet, zeigen sie (Fig. 24) einen rundlichen Kopf mit in der Regel fünf spitz auslaufenden, radiierend von der Kopfsubstanz direkt entspringenden Fortsätzen, sowie in der Mitte der Fläche eine runde Schwanzkapsel mit einer ebenfalls runden kleinen Öffnung in ihrer Mitte. Ringsum die Schwanzkapsel bemerkt man eine Reihe von dunkleren Körnern und etwas weiter nach aussen noch einige etwas grössere Körner. Die Zahl der Fortsätze wechselt bei den Spermien recht bedeutend, indem bei manchen nur vier oder drei und sogar nur zwei sichtbar sind (Fig. 25, 26, 27). In den zuletzt angeführten drei Figuren sieht man ferner, dass ein besonderer Körper, ein Haufen von runden dunklen Körnern an einer Seite der Kapsel, etwas von ihr getrennt, gelegen ist; wahrscheinlich entspricht dieser Körper den zerstreuten Körnern in der Fig. 24 und ist, zusammen mit der körnigen Substanz ringsum die Kapsel, als das Homologon des Nebenkernkörpers zu betrachten.

Von der Seite her gesehen (Fig. 32 und 33), zeigt sich das ganze Spermium abgeplattet, indem der breit schalenförmige Kopf die etwa halbkugelige Schwanzkapsel in einer tiefen Grube in sich so eingesenkt enthält, dass beide ungefähr dasselbe obere (hintere) Niveau darbieten. In der Axe der Kapsel sieht man einen ziemlich breiten Stab oder eigentlich eine cylindrische Röhre von der hinteren zur vorderen Fläche ziehen. Am Kopfe selbst aber findet man dann, dass von ihm nicht nur die grösseren Seitenfortsätze entspringen, sondern dass auch von dem unteren Umfang desselben eine wechselnde Anzahl von kürzeren spitzen Fortsätzen nach verschiedenen Richtungen auslaufen (Fig. 32 und 33). Einen wirklichen Unterschied zwischen diesen beiden Arten von Fortsätzen konnte ich nicht dartun, sondern sie schienen nur der Grösse und der Ursprungsstelle nach zu differieren. Alle sind der Terminologie Koltzoff's gemäss echte Kopffortsätze.

Bei der Behandlung mit Osmium und Rosanilin tritt in der Röhre der Schwanzkapsel keine Differenzierung des sich nur etwas dunkler färbenden Inhalts hervor. Nach der Behandlung mit Zenker-Heidenhain aber liess sich tief unten, oder richtiger im vorderen Ende der Röhre, also in der Nähe der Hinterfläche des Kopfes, ein scharf ausgeprägtes Korn schwarz färben (Fig. 28, 29, 30), welches offenbar als ein proximaler *Centralkörper* aufzufassen ist. Ein besonderer distaler Körper dieser Art liess sich aber nicht nachweisen. Bei der letztgenannten Behandlung zeigte sich die Kopfsubstanz in der Regel stark zu einem kleineren Klumpen zusammengeschrumpft, und die

nicht oder nur wenig geschrumpfte Schwanzkapsel ragte dabei mehr oder weniger hoch nach hinten aus ihr hervor. Die Kapsel zeigte in diesen Präparaten eine dunklere Verdichtungszone an ihrer hinteren Fläche (Fig. 28—31). Zuweilen traf man Spermien, deren sonst ziemlich niedrige Schwanzkapsel in die Höhe verlängert war (Fig. 31), in denen dann auch die axiale Röhre länger und schmäler war, was auf eine Art Quellung hindeutet. Einen wirklichen Ausstülpungsakt konnte ich aber bisjetzt bei diesen Spermien nicht nachweisen, obwohl in Anbetracht dessen, dass eine solche bei Hyas vorkommt, es sehr wahrscheinlich ist, dass sie auch bei Stenorhynchus vorkommen kann. Mein Material vom letzteren war aber zu begrenzt, um weitere Nachforschungen hierüber zu gestatten.

c. **Hyas coarctatus** Leach.

(Taf. XVII, Fig. 1—19.)

Die Hyas-Spermien stehen hinsichtlich des Typus den Spermien von Stenorhynchus nahe. Man findet an ihnen, in der Seitenansicht betrachtet (Fig. 2), einen breit schalenförmigen Kopf, welcher in seiner hinteren Schale die, in dieser Ansicht etwas elliptische, in der Flächenansicht aber (Fig. 1) kreisrunde Schwanzkapsel tief eingesenkt enthält. Die Kapsel erhebt sich aber bei Hyas mehr aus der Kopfschale, und zwar bald mehr, bald weniger, wie die Fig. 3, 4 und 5 zeigen. Die Schwanzkapsel selbst ist nämlich, wie diese Figuren zeigen, von wechselnder Höhe und Gestalt. An der hinteren Kante der Kopfschale, wo sich diese Kante an die Kapsel legt, findet man gewöhnlich eine Verdickung, welche im optischen Durchschnitt als je ein Korn erscheint (Fig. 2, 3, 4) und also eine Art Ringbildung darstellt.

Die Gestalt des *Kopfes* zeigt sich in der Flächenansicht verschieden; bald ist sie abgerundet, bald mit Fortsätzen versehen, die sowohl der Zahl als der Form nach wechseln. In der Fig. 1 ist eine solche Form wiedergegeben; sie ist aber mancherlei Art und kann in demselben Präparate eine Menge von Variationen aufweisen. An einer Seite der Kapsel liegt in der Aussenschicht des Kopfes ein kleiner Haufen von Körnern (Fig. 1), welcher mit dem entsprechenden von Stenorhynchus zu homologisieren ist.

Die, wie erwähnt, etwas verschieden gestaltete Schwanzkapsel zeigt an ihrer hinteren Fläche eine dichtere, glänzende, dünne Schicht (Fig. 2, 5) und in ihrer Axe eine Röhre, welche mit breiter Mündung anfängt und der wechselnden Kapselform entsprechend entweder breiter, urnenförmig (Fig. 2) ist, oder auch eine Trichterform (Fig. 3, 4, 5) annimmt und in beiden Fällen nach vorn (unten) hin schmal ausläuft. In dieser Röhre findet sich, in eine umgebende, scheinbar homogene Substanz eingebettet, ein stabförmiger Körper, welcher im folgenden etwas näher beschrieben werden soll.

Die Spermien von Hyas zeigen in manchen Präparaten einen Ausstülpungsprozess, welcher mit dem der Spermien des Homarus etc. nahe verwandt ist, Es stülpt sich nämlich die Kapselwand nach aussen hin um sich selbst (Fig. 6, 7, 8, 9, 11), und dieser Akt endet zuletzt damit, dass der hintere freie Kapselmündungsrand bis an die hintere Oberfläche des Kopfes umgestülpt wird (Fig. 12). Durch diese totale Umstülpung entsteht zwischen den Wandpartien ein eingeschlossener Raum an der ursprünglichen Aussenseite der Kapsel (Fig. 12 und 16).

Während dieses Prozesses tritt auch aus der ursprünglichen Röhre der Kapsel ein stabförmiger Körper hervor, welcher aus drei Teilen besteht. Die Fig. 12 zeigt ihn in seiner ganzen Zusammensetzung. Zu unterst (d. h. am weitesten nach vorn, gegen den Kopf hin, findet sich ein grösseres dunkles Korn, welches wohl als der *proximale* Centralkörper zu deuten ist; von ihm geht mit schmalem Hals ein Stab hinaus, und dieser cylindrische Stab endet am freien (hinteren) Ende mit einem ovalen verdickten Knopf; dieser Knopf kann aber abgelöst werden (Fig. 14) und zeigt dann einen axialen zugespitzten Kanal, in welchem das distale Ende des nadelförmig zugespitzten Stabes, im natürlichen Zustande, eingepasst ist. Die Fig. 13 zeigt dies Ende, nachdem es vom Knopfe befreit ist. Die Fig. 12 zeigt den normalen Zustand, mit dem Knopfe ansitzend; ich sah aber auch einen Stab, welcher mit seinem spitzen Ende den Knopf ganz durchgetreten hatte und am anderen Ende des Knopfes hervorragte (Fig. 15). In diesem Stabe hat man wohl den *distalen Centralkörper* zu erblicken; ob der Knopf auch zu diesem Organ gehört, kann hier nicht entschieden werden. Dass aber das proximale Korn dem proximalen Centralkörper entspricht, ist auch aus anderen Präparaten zu entnehmen: die Fig. 8 gibt ein gutes Bild davon, und das unterste Korn in Fig. 17 ist wohl ebenfalls ein solches.

Es gibt aber nun auch Fälle, in welchen die Schwanzkapsel anquillt und sich öffnet, ohne umgestülpt zu werden. Die Fig. 10 stellt eine solche Kapsel dar; hier sieht man in ihrer weiten Röhre einen axialen Stab und an dessen Fusse ein scharf gefärbtes Korn, sowie am distalen Ende ein anderes grösseres dunkles Korn, welches

vielleicht dem beschriebenen Knopfe entsprechen kann. Man erhält also von diesen Spermien verschiedene Bilder, die nicht leicht homologisiert und mit einander sicher verglichen werden können. Im ganzen kam ich auch hier zu dem Schlusse, dass der Umstülpungsakt als normaler Vorgang nicht sichergestellt ist.

Schliesslich sei hier auch erwähnt, dass bei Maceration in Salzwasser oder sehr schwacher Osmiumlösung in der Kopfsubstanz eine Art Körnigkeit entsteht. Die Kapsel kann auch von der Kopfschale abgelöst werden, und dann zeigt sie sich wie die Fig. 18, während der Kopf das Aussehen der Fig. 19 darbietet.

d. **Eurynome aspera** (Penn.).

(Taf. XVII, Fig. 20—23.)

Diese Spermien gehören zu demselben Typus wie die von Stenorhynchus und Hyas, sind aber darin von ihnen abweichend, dass die Schwanzkapsel im Verhältnis zum Kopfe weit kleiner ist, und dass der Kopf keine eigentlichen Fortsätze darbietet. Von der Fläche betrachtet, erscheinen diese Spermien, wie die Fig. 20 und 21 zeigen. Mitten in einem Kopfkuchen von etwas wechselndem, unregelmässigem Umriss sitzt die kleine runde Schwanzkapsel mit einigen runden Körnern an ihrer Seite. Von der Seite gesehen, zeigt sich der Kopf als ein abgeplatteter Kuchen (Fig. 22 und 23), und die Schwanzkapsel ist auch hier in einer schalenförmigen Vertiefung dessen hinteren Umfangs eingesenkt. In meinen Präparaten bot aber dann noch die Kapsel eine Teilung in zwei Abschnitte dar, welche durch einen glänzenden Ring in der Höhe des hinteren Kopfumrisses getrennt waren, nämlich ausser der vorderen, etwa halbkugeligen, eingesenkten noch eine hintere, breitere von mehr konischer Form; die letztere Partie endete mit einer kleinen Scheibe (Fig. 22) oder bot eine kleine trichterförmige Öffnung dar (Fig. 23). Durch beide Partien lief eine gerade Röhre, die sich an beiden Enden öffnete. Diese Anordnungen deuten auf eine schon eingetretene Ausstülpung hin. Da ich in den Präparaten nicht die mehr kugelige Form, ohne solche Andeutungen an den Ausstülpungsakt, antraf, kann ich nun diese Frage nicht sicher entscheiden.

e. **Carcinus moenas** (L.).

(Taf. XVII, Fig. 34—39.)

Die Spermien dieser Krabbe sind dadurch charakterisiert, dass sie einen ganz kleinen Kopf ohne Fortsätze und eine in diese Kopfsubstanz tief eingesenkte, kugelige oder beinahe kugelige Schwanzkapsel haben (Fig. 34, 35, 36). Der Umriss des Kopfes ist bald eben und glatt, abgerundet (Fig. 36, 37), bald etwas gelappt und unregelmässig (Fig. 34, 45). An einer Seite der Schwanzkapsel liegt in der Kopfsubstanz ein kleiner Körnerhaufen, den ich als das Homologon des *Nebenkörperorgans* auffasse. Von der hinteren runden Mündung der Schwanzkapsel, in deren Umgebung oft eine dünne, verdichtete Schicht an der Kapsel erkennbar ist (Fig. 35), geht eine Röhre gerade durch die Kapsel axial nach der hinteren Kopffläche hin. Gewöhnlich ist diese Röhre anfangs schmäler und erweitert sich kegelförmig nach vorn hin.

Es scheint, als ob auch bei diesen so einfach gebauten Spermien eine Art Ausstülpung vorkäme. Zwar sah ich von einer wahren Umstülpung der Kapselwand nach aussen hinten nur schwache Spuren. In der Fig. 37 nimmt man also eine Art Deckel- oder Ringbildung dieser Wand wahr. Die späteren Stadien des Aktes scheinen aber in der Eröffnung der Röhre selbst zu bestehen (Fig. 37, 38, 39). Hierdurch erhält man von dem Inhalt der Röhre eine etwas genauere Auffassung. In ihr findet sich ein Strang oder Stab, in dessen Axe ein dünner Faden erkennbar ist (Fig. 37, 38). Dieser Strang verlängert sich und ragt zuletzt spitz aus der breiten Röhre hervor (Fig. 38, 39); zuweilen ist er vorn verdickt und zeigt eigentümliche Querbänder oder Ringe (Fig. 39), deren Bedeutung schwer anzugeben ist. Im ganzen hat man wohl auch bei diesen Spermien in dem Stabgebilde einen Teil des Centralkörperapparats (den distalen Teil) zu sehen, obwohl die spezifische Färbung nicht gut ausfiel. Am Fusse des Stabes färbte sich dagegen stark eine dunkle Platte, welche wie eine Ringbildung aussah (Fig. 37, 38, 39) und ihrer Lage nach als proximaler Centralkörper zu deuten wäre, obwohl ihre Form und Grösse von der sonst üblichen kornförmigen Gestalt auffallend abweichen.

f. **Cancer pagurus** (L.).

(Taf. XVII, Fig. 40—46.)

Im Anschluss an die Spermien von Carcinus sind die von Cancer zu besprechen, weil sie jenen sehr ähnlich gebaut sind. Auch die von Cancer haben einen kleinen, meist unregelmässig abgerundeten oder gelappten *Kopf* ohne Fortsätze (Fig. 40, 41, 44—46) und tragen, in eine tiefe Schale in sie von hinten her eingesenkt, eine fast

kugelige *Schwanzkapsel*, sowie an den Seiten der letzteren, entweder zerstreut oder gewöhnlicher zu kleinen Haufen vereinigt, stark färbbare Körner, die zu dem *Nebenkörperorgan* zu rechnen sind. Die kugelige Schwanzkapsel zeigt an ihrer freien hinteren Fläche eine runde Öffnung, welche von einer verdickten, ringförmigen Partie umgeben ist (Fig. 40, 41, 42, 43, 44). Diese Öffnung stellt die Mündung einer Röhre dar, welche auch hier axial gestellt und kegelförmig, nach vorn hin breiter und dann wieder verschmälert ist. Diese Röhre hat eine ziemlich dicke Wand (Fig. 41, 43, 44, 45) und enthält in ihrem Axenkanal einen schmalen Strang, welcher sich wahrscheinlich infolge eines Quellungsprozesses zuweilen aus der Öffnung hervorwölbt (Fig. 44). Zeichen eines solchen Prozesses ergeben sich zuweilen auch dadurch, dass sich die Kapsel nach hinten verlängert und teilweise umstülpt (Fig, 46), obwohl die weiteren Stadien dieses Aktes nicht nachgewiesen werden konnten.

g. Portunus.

(Taf. XVII, Fig. 47—50.)

Von Portuniden untersuchte ich sowohl *Portunus depurator* (L.), als *P. pusillus* Leach. Die Spermien dieser beiden Arten sind einander so ähnlich, dass es sich nicht lohnt, sie getrennt zu beschreiben. In beiden sind sie ausserordentlich klein, und es ist deshalb auch recht schwer, sie eingehender zu studieren. Vor allem ist die Schwanzkapsel verhältnismässig klein. Die Fig. 47 gibt ein Spermium von Portunus pusillus von der hinteren Fläche und Fig. 49 ein solches von der Seite wieder. Der *Kopf* ist etwa halbkugelig mit abgeplatteter hinterer Fläche und hat, von der Fläche gesehen, einen unregelmässig rundlichen Umriss. Gewöhnlich sind keine Fortsätze vorhanden. Bisweilen erkennt man aber, bald an dem äusseren (Fig. 48), bald an dem vorderen gewölbten Umfang (Fig. 50). einzelne spitze, kurze Fortsätze der Substanz. An der Oberfläche der letzteren trifft man einzelne oder haufenweise angeordnete kleine Körner (Fig. 49, 50). Die Schwanzkapsel, welche in die hintere Partie des Kopfes in einer Schale eingesenkt liegt, ist vorn kugelig-konvex, hinten mehr abgeplattet; sie zeigt an der hinteren Fläche eine kleine runde Öffnung, welche zu einer axialen Röhre führt. Der dunklere Inhalt dieser Röhre liess sich aber wegen der Kleinheit der Teile nicht näher eruieren. Es scheint aber, als ob auch bei diesen Spermien Quellungs- und Ausstülpungsphänomene vorkämen. In Fig. 50 ist ein Fall abgebildet, welcher wohl dazu zu rechnen sein dürfte, obwohl er nicht näher erläutert werden konnte.

h. Ebalia tumefacta (Mont.).

(Taf. XVII, Fig. 51—57.)

Schliesslich soll hier eine kurze Darstellung der Spermien von Ebalia folgen, um so mehr, als diese Spermien von denen der hier oben besprochenen Brachyuren recht verschieden sind.

Der *Kopf* ist nämlich hier konstant mit drei starken Fortsätzen versehen, welche von der verhältnismässig kleinen Mittelpartie radienartig ausstrahlen. Die Fig. 51 und 52 stellen typische Exemplare dieser Spermien von der hinteren Fläche gesehen und Fig. 57 ein solches von der Seite dar. Wie man sieht, ist es auch hier die Kopfsubstanz selbst, die in die Fortsätze übergeht und an den Enden spitz ausläuft. An der hinteren Fläche trägt die Mittelpartie, in die sie teilweise eingesenkt sind, eine etwas abgeplattet rundliche, sehr kleine *Schwanzkapsel*, welche an ihrer hinteren Fläche eine kleine rundliche Öffnung zeigt, die sich in eine axiale Röhre fortsetzt (Fig. 56, 57). Nach Behandlung mit Zenker-Heidenhain färbt sich in dieser Röhre ein Stab (Fig. 55) und vorn unter ihm oft auch ein Korn (Fig. 56) schwarz. Offenbar hat man es hier mit dem distalen und dem proximalen *Centralkörper* zu tun. Schliesslich mag erwähnt werden, dass auch bei diesen Spermien zuweilen eine Art Quellung (Fig. 54), obwohl ohne Umstülpung der Kapselwand, beobachtet wurde. Der Inhalt der Röhre wurde dadurch teilweise ausgestossen; der dunkel gefärbte Stab trat aus der hinteren Kapselöffnung hinaus. Bei der letztgenannten Behandlung zogen sich ferner gewöhnlich die drei Kopffortsätze zusammen und wurden bedeutend verkürzt (Fig. 53). Auch mag erwähnt werden, dass in der Umgebung der Schwanzkapsel rundliche dunkle Körner gefunden wurden (Fig. 51, 57).

ANHANG.

Die Spermien der Pantopoden.

(Taf. IV, Fig. 8—11.)

Da es mir von Interesse zu sein schien, die Spermien der Pantopoden kennen zu lernen, habe ich zu wiederholten Malen die gebotene Gelegenheit benutzt, verschiedene Exemplare von *Nymphon Strömii* zu untersuchen. Im vorigen Winter erhielt ich also durch die Güte des Vorstands der schwed. Zoolog. Station zu Kristineberg Herrn Lic. Hj. Östergren eine Sendung dieser Tiere. Bekanntlich ist man hinsichtlich der Frage nach dem systematischen Platze der Pantopoden keinesfalls einig. Einige Autoren wollen sie zu den Crustaceen, andere zu den Arachnoideen und noch andere zu einer besonderen Gruppe führen. Es könnte deshalb möglich sein, dass eine Untersuchung der Spermien dieser Tiere dazu beitragen könnte, dies Problem etwas aufzuklären. Leider ist es mir aber bisjetzt nicht gelungen, das nötige Material von anderen Pantopoden als von Nymphon zu erhalten.

Nymphon Strömii Kröy.

(Taf. IV, Fig. 8—11.)

Bei der Sektion und nach dem Zerschneiden der im Winter und Frühjahr eingefangenen Männchen erhielt ich stets in den Präparaten eigentümlich gestaltete, bewegliche Stäbchen, betreffs welcher ich anfangs unsicher war, ob sie vielleicht eine Art Parasiten darstellen könnten. Da sie aber immer wieder in den Männchen vorkamen, untersuchte ich sie nach der gewöhnlichen Fixierung und Färbung in starker Vergrösserung. Die Fig. 8—11 stellen sie demnach dar, und sie lassen sich kaum anders als als Spermien deuten. Man erkennt an diesen Gebilden eine vordere dickere Partie und einen hinteren Faden, welche beide ungefähr dieselbe Länge haben. Die vordere Partie, welche während des Lebens bei der nicht besonders schnellen Bewegung voran zu gehen schien, ist wurmförmig und spitzt sich am vorderen Ende zu, wo man oft zwei nebeneinander liegende Körnchen sah (Fig. 8, 9). In dem Körper zeigten sich oft rundliche Kugeln in verschiedener Anzahl (Fig. 8, 10. 11) und von etwas wechselnder Grösse, sowie zuweilen auch eine der Länge nach verlaufende Faser, welche der äusseren Wand anlag Fig. (9, 10). Am hinteren, ebenfalls zugespitzen Ende des wurmförmigen Körpers sah ich zuweilen ein sich dunkel färbendes Körnchen (Fig. 9, 11), welches eventuell als Centralkörper aufgefasst werden kann. An diesem Ende, nach vorn von dem Korn, bemerkte ich auch oft eine trichterförmige, sich dunkel färbende Partie (Fig. 9, 10, 11); von dem spitzen Ende läuft dann der hintere Faden in gestreckter oder wenig gebogener Richtung hinaus. Dieser Faden, welcher zuweilen fehlt oder abgefallen ist (Fig. 10), ist von gleichmässiger Dicke, im ganzen dünn und endigt hinten gewöhnlich etwas zugespitzt.

Wie aus dieser Darstellung hervorgeht, lässt sich in diesen Gebilden eine Zusammensetzung aus Kopf und Schwanz, sogar mit dem Centralkörper, erblicken. So lange aber die Entwicklung derselben nicht bekannt ist, dürfte es vorsichtiger sein, hier nichts zu präjudizieren. Ich versuchte zwar, Entwicklungsstadien zu finden, aber ohne Erfolg. Ich fand es aber angemessen, diese kurzen Notizen, als eine Veranlassung zu fortgesetzten Untersuchungen seitens anderer Forscher, die das nötige Material erhalten können, zu veröffentlichen.

RÜCKBLICK.

Nach dieser Durchmusterung der Spermien der mir bisjetzt zugänglichen wichtigeren Typen der Crustaceen wäre es angemessen, eine Übersicht der gewonnenen hauptsächlichen Befunde zu geben. Wie schon in der Einleitung hervorgehoben wurde, beabsichtigte ich v. a., teils eine möglichst tiefe Einsicht in die Organisation dieser Spermien zu erhalten, teils auch einen Versuch zu machen, solche ursprüngliche, niedrige Spermien zu finden, von denen sich die höheren, mehr differenzierten herleiten könnten.

In Betreff der ersteren Frage lagen ja schon bei den meisten Ordnungen mehr oder weniger eingehende Untersuchungen aus der späteren Zeit vor, welche grösstenteils im Zusammenhang mit dem Studium der Spermiogenese vorgenommen waren. Ich nenne hier besonders die Arbeiten von Zenker, Stuhlmann und G. W. Müller bei den Ostracoden, Gilson und Sars bei den Isopoden und Amphipoden, Sars bei den Schizopoden, Grobben, Gilson, Herrmann, Sabatier, Koltzoff u. a. bei den Dekapoden.

Was die letztere Frage, die der Phylogenese und der Verwandtschaftsverhältnisse, speciell unter den Dekapoden, betrifft, so haben v. a. Grobben und Koltzoff ihre Aufmerksamkeit ganz besonders auf diese Frage gerichtet; der letztgenannte Autor hat für diese Tiere sogar eine Aufstellung der verschiedenen Spermientypen gemacht.

Wenn man nun die bisher gewonnenen Befunde hinsichtlich der Spermienformen des gesamten Crustaceenreichs überblickt, kommt man nach der Durchmusterung zu dem schon oben angedeuteten Ergebnis, dass bei den *Branchiuren* und *Cirripedien* der *haarförmige Typus* herrscht, dass aber bei den *Isopoden*, *Amphipoden* und *Schizopoden* zwar auch die Haarform vorliegt, obwohl hier noch ein sehr wichtiges Anhängsel vorhanden ist, nämlich ein an dem Haare in spitzem Winkel befestigter Schlauch oder Strang, welcher dem Kopfe (Kerne) des Spermiums entspricht, wodurch der sog. *Wimpeltypus* entsteht; bei den Schizopoden ist indessen das Kopfanhängsel ganz anders, viel komplizierter, gebaut als bei den Isopoden und Amphipoden.

Was dann die Spermien der *Dekapoden* betrifft, so ist bekanntlich der Reichtum und die Variation der Formen so bedeutend, dass es schwer fällt, sie alle unter einem Typus unterzubringen. Für dieselben ist jedoch gemeinsam das Vorhandensein eines bald mehr kugeligen, bald mehr halbkugeligen oder linsenförmigen oder mehr unregelmässig gestalteten *Kopfes* (Zellkernes), ferner das Vorkommen einer *Schwanzkapsel*, welche bald mehr stab- oder sogar nadelförmig, bald mehr walzenförmig, bald mehr kegelförmig oder kugelig oder halbkugelig oder linsenförmig ist. In dieser Kapsel erkennt man fast immer eine axiale Röhre, welche verschiedene Bestandteile enthält, unter denen v. a. der *Centralkörperapparat* hervorzuheben ist. Schliesslich findet sich bei den meisten dieser Spermienformen noch ein mehr oder weniger ausgeprägtes Nebenkernorgan, welches eine sehr verschiedene Grösse und Gestalt annehmen kann, und zwar bald als eine Scheibe, bald als ein Ring mit mehr oder weniger stark hinausragenden Seitenästen wechselnder Anzahl, bald nur in der Gestalt von kuchenförmig zusammengebackten oder mehr zerstreut liegenden Körnern.

Aus dieser kurzen Zusammenfassung geht hervor, dass man nunmehr auch bei den Spermien der Dekapoden eine Organisation zu erkennen vermag, welche für diejenigen der meisten anderen Tierorganismen charakteristisch ist.

Wenn man aber dann versucht, die Verwandtschaftsverhältnisse und die Phylogenese der so verschieden gestalteten Spermien der Dekapoden zu eruieren, bemerkt man zwar bald, dass, wie schon längst von den Autoren wahrgenommen worden ist, die Spermien der einander im Systeme nahestehenden Tiere meistens einander ähnlich gebaut und gestaltet sind, und dass in der Regel auch die Spermien der weniger oder nicht verwandten Tiere mehr oder weniger scharf ausgeprägte Differenzen in ihrem Typus darbieten. Also findet man bei den Macrura natantia, den *Carididen* (Palaemon, Crangon etc.), den bekannten *Nageltypus* (Taf. XI) der Spermien. Bei den *Macrura reptantia* (Nephrops, Homarus) tritt die *walzenförmige* Schwanzkapsel mit dreistrahligem Nebenkernorgan als Typus in den Vordergrund (Taf. XII, Fig. 1 etc., Taf. XIII, Fig. 1 etc.). Aber schon in dieser Gruppe trifft man sehr abweichende Formen an, welche diesem Typus nicht folgen, sondern sogar scharf entgegengesetzt sind; und zwar nicht nur, dass z. B. bei *Calocaris* (Taf. XII, Fig. 9 etc.) die Schwanzkapsel stark konisch ist und die Ausläufer des Nebenkernorgans sich different verhalten, sondern es tritt auch in dieser Gruppe eine sehr verschiedene Gesamtorganisation auf, nämlich, wie lange bekannt ist, bei Astacus (Taf. XIV, Fig. 1—7). Nicht nur die Gestalt der Schwanzkapsel und des Nebenkernorgans, sondern auch der eigentliche Kopf, von dem die langen feinen Fortsätze in wechselnder Anzahl hinausstrahlen, stellen diese Spermien des Astacus in eine ganz andere Reihe, als die der übrigen bisher untersuchten Macrura reptantia, und in die Nähe mancher Brachyuren.

Bei den *Anomuren* nähern sich die Spermien von *Eupagurus* (Taf. XIV, Fig. 9 etc.) in den wichtigsten Beziehungen denen der typischen Macrura reptantia. Dies ist auch hauptsächlich der Fall mit den Spermien von *Galathea* (Taf. XVI, Fig. 1—3).

Was dann die *Brachyura* betrifft, so hat man, wie schon von einigen Autoren, v. a. von Koltzoff, hervorgehoben worden ist, zu bemerken, dass die Verschiedenheit des Ursprungs der Fortsätze die Spermienarten in zwei Gruppen teilt, nämlich diejenige Gruppe, bei denen die Fortsätze, wie bei den Macrura (ausser Astacus) vom Nebenkernorgan entspringen (die Halsfortsätze Koltzoff's) und diejenige, wo die Fortsätze von der eigentlichen

Kopfsubstanz gebildet sind (die Kopffortsätze Koltzoff's). Zu der ersten Gruppe gehören ausser den Spermien der Macrura auch die von *Lithodes* (Taf. XV, Fig. 1—3), zu der zweiten die der meisten übrigen *Brachyuren*.

Hinsichtlich der letzteren sind besonders zwei Typen zu unterscheiden, von denen ich den ersten als den *Stenorhynchus*-Typus und den zweiten als den *Ebalia*-Typus bezeichnen werde. Bei beiden ist die Schwanzkapsel mehr oder weniger tief in den Kopf eingesenkt (Spermia contracta, Koltzoff); die Fortsätze (Kopffortsätze) sind aber bei dem ersten Typus im ganzen kurz und von wechselnder Anzahl oder fehlen ganz (Fig. 1—50 der Taf. XVII); bei dem Ebalia-Typus sind sie verhältnismässig lang und stets zu dreien vorhanden (Fig. 51—57 der Taf. XVII).

Aus der Organisation und Gestaltung der Spermien der Dekapoden eine genaue Einsicht in die phylogenetischen Verhältnisse zu erhalten, ist indessen eine besonders schwierige Aufgabe. Man hat es nämlich offenbar in manchen Fällen mit Reduktionsformen zu tun, und die verbindenden Glieder fehlen in vielen Fällen; wenigstens reichen die bisher genauer untersuchten Dekapodenspermien noch nicht hin, um die grossen Lücken der Reihen auszufüllen. Schon bei den Macrura reptantia bleibt man zweifelhaft, wie sich die Spermien von Astacus zu denen von Nephrops und Homarus verhalten. Zwar lassen sich sowohl in dieser Hinsicht, als auch betreffs der phylogenetischen Verwandtschaften der Brachyura unter sich, Hypothesen aufstellen. Da aber noch die Beweise zu schwach sind, um zu einer wirklichen Wahrscheinlichkeit zu gelangen, stehe ich bis auf weiteres lieber davon ab, solche Hypothesen zu veröffentlichen. Jedenfalls müssen aber die Macrura als die älteren Formen betrachtet werden. Auch nimmt man gerne an, dass die Macrura natantia älter sind als die Macrura reptantia, sowie dass sich die Anomura und die Brachyura aus diesen letzteren ausgebildet haben. Mit dieser Auffassung stehen die Verhältnisse der Spermien nicht im Widerspruch; da aber die erwähnte Möglichkeit von Reduktionsformen und von wiederholter, zwei- bis mehrmaliger, Entwicklung in einer ähnlichen Richtung nicht sicher ausgeschlossen werden kann, so ist es gewiss vorsichtiger, bis auf weiteres, über die Phylogenese und die Verwandtschaftsverhältnisse nicht zu viel zu spekulieren. Ich werde mich deshalb diesmal auf das Gesagte beschränken.

Von welchen Krebstieren lassen sich nun, wenn man die Organisation der Spermien berücksichtigt, die Dekapoden im ganzen herleiten? Jedenfalls kaum direkt von den Isopoden, Amphipoden und Schizopoden. Zwischen ihnen hat man bei den Spermien keine wirklichen Glieder. Man muss infolgedessen eher annehmen, dass sie verschiedene, schon stark differenzierte Zweige eines gemeinsamen Stammbaums darstellen.

Wenn man dann unter den übrigen Ordnungen der Krustaceen nach älteren Formen sucht, so findet man kaum solche, welche sich mit denen der genannten Zweige direkt vereinigen lassen. Weder die Cirripedien, noch die Branchyuren können, wenn man speziell die Spermien berücksichtigt, mit ihnen in eine nähere Verbindung gebracht werden.

Und wenn man schliesslich die Spermien der Copepoden, der Cladoceren und der Ostracoden durchmustert, so findet man bei ihnen keine wirklichen Ursprungs- oder Verbindungsglieder zu den übrigen genannten Krustaceen. Die Spermien der Copepoden und Cladoceren sind zwar sehr klein und, wenigstens scheinbar, wenig organisiert, sie aber als wirkliche Ursprungsglieder aufzufassen, lässt sich kaum mit einiger Wahrscheinlichkeit tun.

Und was endlich die Ostracoden betrifft, so sind ihre Spermien schon in einem so bedeutenden Masse differenziert, und zugleich bei den verschiedenen Ostracoden von so wechselnder Beschaffenheit, dass man aus ihnen keine Schlüsse auf die Phylogenese ziehen kann. Die Spermien der Ostracoden lassen im Gegenteil auf keine nähere Verwandtschaft mit dem Copepoden und Cladoceren Vermutungen aufstellen.

Das Endergebnis dieser Betrachtungen ist also ein ziemlich negatives; man vermag durch die bisherigen Untersuchungen der Spermien der Krustaceen nicht die Phylogenese dieser Tiere in wesentlicher Weise zu eruieren. Bei den verschiedenen Ordnungen sind sie schon so stark differenziert und die Lücken in der Entwicklungsreihe so bedeutend, dass man den Stammbaum nicht mit grösserer Wahrscheinlichkeit demonstrieren kann. Zwischen einigen Ordnungen unter sich, den Isopoden, den Amphipoden und den Schizopoden sind aber Verwandtschaftsverhältnisse mehr oder weniger vorhanden. Ebenso unter einzelnen Gruppen derselben und auch unter gewissen Gruppen und Abteilungen der Dekapoden unter sich.

Was schliesslich die von mir mitgeteilten Abbildungen der Spermien der Dekapoden betrifft, bedaure ich, dass sie auf den Tafeln in der von den meisten Autoren, auch kürzlich von Koltzoff, angewendeten und nicht in umgekehrter Richtung, angeordnet worden sind. Ich fing, obwohl ungerne, so an, damit meine Figuren mit denen anderer Autoren leichter verglichen werden könnten. Und nachdem eine der Tafeln, die über die Hummerspermien, schon fertig gestellt und gedruckt war, war es kaum wünschenswert, die übrigen Tafeln in

entgegengesetzter Richtung anzuordnen. Eine totale Umkehrung aller Figuren der Tafeln XI—XXIII wäre jedoch gewiss besser gewesen, um einen Vergleich mit den Spermien anderer Tiere leichter durchführen zu können. Nun steht in allen meinen Figuren der Spermien der Dekapoden auf den Tafeln die Schwanzpartie nach oben, die Kopfpartie nach unten, in entgegengengesetzter Richtung zu der bei den Spermien der übrigen Tiere auf allen meinen Tafeln angewandten.

Schliesslich benutze ich hier die Gelegenheit, allen denen, welche mir bei der Anschaffung des untersuchten Materiales und bei der Feststellung der Namen der Tiere geholfen haben, meinen herzlichen Dank auszusprechen. Ich nenne hier ganz besonders den Herrn Präfekten der schwed. Zool. Station bei Kristineberg in Bohuslän, Intendant Professor Dr Hjalmar Théel, den Herrn Vorsteher derselben Station, Lic. Hjalmar Östergren, und den Intendanten Professor Einar Lönnberg; ferner den Dozenten der Zoologie an der Universität Uppsala, Dr Sven Ekman, welcher mir bei der Bestimmung der untersuchten Copepoden und einiger Ostracoden geholfen hat. Ganz besonders bin ich auch dem Herrn Professor Dr G. W. Müller in Greifswald zu Dank verpflichtet, weil er die Güte hatte, die meisten der von mir untersuchten Ostracoden, v. a. die aus dem Meere, zu bestimmen.

In Betreff eines der Ostracoden (Candona candida O. F. Müll.), dessen Spermien hier oben (S. 11) beschrieben worden sind, teilt mir Professor G. W. Müller, welcher meine Präparate von diesem Tiere nunmehr auch untersucht hat, mit, dass es sich infolge des zu sparsamen Materiales nicht sicher bestimmen lässt, aber kaum Candona candida, sondern eine andere Art von Candona, vielleicht eine neue, darstellt.

2.

Zur Kenntnis der Spermien der Insekten.

Tafel XVIII—XXIII.

Es war schon bei der Planlegung meiner späteren Studien über den Bau den Spermien nicht meine Absicht, eine umfassendere Darstellung der Insektenspermien zu liefern, sondern nur einige prägnantere Typen derselben hervorzuheben, um einen allgemeinen Vergleich derselben, v. a. mit denen anderer Evertebraten, anzustellen.

Die Spermien der Insekten sind ja mehrmals der Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Schon im J. 1836 veröffenlichte v. Siebold[1]) eine grundlegende, für eine so frühe Zeit in der mikroskopischen Forschung sehr bemerkenswerte Arbeit, in welcher er die Ergebnisse von Untersuchungen von Vertretern der verschiedenen Insektenordnungen beschrieb; bei allen hatte er eine haarförmige Gestalt der Spermien gefunden; eine Zusammensetzung derselben aus Kopf und Schwanz hatte er nicht gesehen, nur bei ein paar Arten eine Verdickung des einen Endes (»des Wurzelendes») bemerkt. Einige Jahre später (1842) veröffentichte v. Siebold eine neue Arbeit[2]) über denselben Gegenstand, nämlich über die Spermien der *Locustinen*, bei denen er drei verschiedene Teile, einen langgestreckten Körper, einen fadenartigen Schwanz, in den der Körper allmählich übergeht, und einen winkelförmigen Anhang, welcher am anderen zugespitzten Körperende sitzt, beschrieb.

Seitdem sind die Spermien verschiedener Insekten von einer Reihe von Anatomen und Zoologen gelegentlich untersucht und geschildert worden, bis schliesslich der ausgezeichnete Spermiologe E. Ballowitz[3]) dieses Gebiet mit den moderneren Hülfsmitteln gründlich durcharbeitete und seine Ergebnisse in eingehender Weise veröffentlichte. In dieser im J. 1890 erschienenen Arbeit beschrieb er, auf Untersuchungen zahlreicher Arten gestützt, die Spermien der *Coleopteren*. Weil Ballowitz in derselben Abhandlung auch eine übersichtliche Darstellung der bis zu jener Zeit veröffentlichten Arbeiten auf dem Gebiete der Morphologie der Insektenspermien gegeben hat, finde ich es unnütz, auf die betreffende Geschichte dieses Forschungszweiges hier einzugehen, und verweise deshalb auf seine Darstellung. Hier mag nur hervorgehoben werden, dass wegen der noch mangelnden Vervollkommnung der Mikroskope und der histologischen Technik in früherer Zeit so grosse Schwierigkeiten vorlagen, dass die Erkenntnis des Baues dieser Spermien nur langsam Fortschritte machte und im ganzen lange unklar blieb. In seiner Rekapitulation der Geschichte kam Ballowitz infolgedessen zum Schluss, »dass über eine Struktur der reifen Insektenspermatozomen trotz der vielen spermatologischen Untersuchungen, bis jetzt nur sehr wenig bekannt war. Nur so viel schien im allgemeinen festzustehen, dass die Samenkörper der Hexapoden durchaus fadenförmige Gebilde darstellen und sich aus zwei Theilen, einem sehr schmalen Kopf und einem Fadentheil, zusammensetzen, welche beide je nach der Species von sehr differenter Länge sind. An dem vorderen Ende des Kopfes wurde von einigen Beobachtern (Bütschli, Leydig, Gilson) ein von dem übrigen Kopftheil verschiedenes Stück (Segment procéphalique Gilson's) wahrgenommen, welches indessen von anderen Forschern, wie z. B. von v. la Valette St. George nicht erwähnt wird. An dem vorderen Kopfende der Locustinen findet sich statt dessen ein eigenartiger hakenförmiger Ansatz. In Betreff einer Struktur des Geisseltheiles liegen nur die Angaben von Bütschli und von v. la Valette St. George vor, nach welchen sich derselbe bei einigen wenigen Coleopteren in zwei verschiedene Fäden, einen

---

[1]) C. Th. v. Siebold, *Ueber die Spermatozoen der Crustaceen, Insecten, Gasteropoden und einiger anderer wirbellosen Thiere.* J. Müllers Archiv 1836.

[2]) C. Th. v. Siebold, *Ueber die Spermatozoen in dem Heuschreckenweibchen.* Amtl. Ber. ü. d. 20. Versamml. der Gesellch. deutscher Naturf. u. Ärzte zu Mainz. 1843.

[3]) E. Ballowitz, *Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen, zugleich ein Beitrag zur Lehre vom feineren Bau der kontraktilen Elemente. Die Spermatozoen der Insekten* I. *Coleopteren.* Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. L., 1890.

geraden und einen gebogenen, zerlegen lässt. v. la Valette St. George entscheidet sich dahin, dass der letztere Faden dem ersteren saumartig angeheftet sei. Hiermit stehen im Widerspruch die Mittheilungen Leydig's über das Vorhandensein eines wirklichen Spiralsaumes, resp. einer schraubig am Geisseltheil verlaufenden undulierenden Membran.»

In letzterer Hinsicht mag indessen hier noch auf eine kurze, aber wichtige Darstellung von Jensen[1]) v. J. 1879 hingewiesen werden, welche so lautet: »Von Insecten habe ich *Blatta americana* untersucht. Vollständig entwickelte Samenfäden, dem gerade getödteten Thiere entnommen, zeigen nach einem kurzen Aufenthalt in einer Kochsalzlösung (in welcher sie sich anfangs ganz natürlich bewegten) aufs deutlichste die Zusammensetzung des Schwanzes aus zwei gleich dicken und im ganzen vollständig gleich aussehenden Strängen. Nur einmal . . . begegnete mir ein Fall, in welchem beide Stränge näher an einander lagen; der eine Strang wand sich um den andern, der mehr geradlinig war, herum. Sonst lagen die Stränge durch die starke Maceration umregelmässig von einander entfernt. Einigemal, als die Stränge auf die Weise weit von einander entfernt oder sogar ganz aus einander gebogen waren, löste sich von dem einen Strang ein viel feinerer Strang ab. Ohne Zweifel sind die Stränge auch hier aus mehreren dünneren zusammengesetzt.»

Wie K. J. Ballowitz[2]) in seiner im J. 1894 veröffentlichten Abhandlung über die Spermien der Arthropoden betont, hat Jensen schon vor E. Ballowitz bei Blatta die fädige und fibrilläre Struktur des Spermienschwanzes sehr richtig erkannt. Auch hat Jensen bemerkt, dass ein eigenes Mittelstück an den vollentwickelten Spermien nicht zu entdecken ist.

Durch die oben erwähnten Untersuchungen von E. Ballowitz v. J. 1890[3]) wurde nun unsere Kenntnis der Spermien der Insekten, und ganz besonders derjenigen der *Coleopteren*, in hohem Grade bereichert und vertieft. Er untersuchte aus dieser Ordnung genauer nicht weniger als 101 Arten und gab eine auf dieses grosse Material gestützte zusammenfassende Darstellung seiner Befunde. Im ganzen fand er *zwei verschiedene Typen* von Spermien, zwischen denen jedoch eine Reihe von Uebergängen nachweisbar war. Bei *allen* waren *Kopf* und *Schwanz* zu unterscheiden, aber am letzteren *kein Verbindungsstück* vorhanden. Bei allen liessen sich im Schwanze besondere Fäden darstellen, die jedoch bei den zwei Gruppen der Tiere typisch verschieden sind. Bei der *einen Gruppe* fand er im Schwanze eine steife, *nicht* fibrillär spaltbare *Stützfaser* und einen an dieser, der einen Seite entlang, befestigten, also nicht spiralig um sie, sondern mehr oder weniger wellenförmig verlaufenden Saum, welcher sich *in drei bis vier Fasern* zerspalten liess, von denen eine am freien Rande liegt, die *Saumfaser*, und eine zwischen beiden befindliche, die *Mittelfaser*, welche letztere in *zwei bis drei Fasern* zerfallen kann. »Diese schmal bandförmigen Fasern liegen, durch Kittsubstanz mit einander verbunden, parallel neben einander, durchziehen den ganzen Flimmersaum vom Kopf bis in das äusserste Geisselende hinein und sind so neben einander angeordnet, dass die Mittelfaser sich an die Stützfaser anheftet, dann die erste und die zweite Saumtheilfaser kommen und schliesslich die dritte Saumtheilfaser den freien Rand des Krausensaumes bildet.» Dieser Saum stellt den beweglichen Teil des Schwanzes dar, die Stützfaser ist starr. Von den Fasern des Flimmersaumes kommen nur den beiden primären Teilfasern, der Mittel- und der Saumfaser, eine grössere Selbständigkeit und mehr Bedeutung zu. Im Gegensatz zu der Stützfaser sind die übrigen Fasern, die des Flimmersaumes, fibrillär aufgebaut und lassen sich durch Maceration in mehr oder weniger Fibrillen auflösen.

Der *zweite* Spermientypus der Coleopteren ist gekennzeichnet durch das *Fehlen der Stützfaser*. Schon die äussere Erscheinung ist eine andere, indem der Schwanz dieser Spermien gewöhnlich die Form einer aus mehreren Windungen bestehenden Spirale hat, er ist aber auch hier abgeplattet; er besteht aus drei schmal bandförmigen, parallel nebeneinander liegenden Fasern, einer *Randfaser*, einer *Mittelfaser* und einer *Saumfaser*, die durch Maceration voneinander gelöst werden können; häufig löst sich aber noch eine vierte Faser, die *Wimpelfaser*, ab, welche am Kopfe sehr fest ansitzt und weit kürzer als die anderen Fasern ist, hinten fein zugespitzt endigt, sich aber *nie* in Fibrillen zerlegen lässt. Die *anderen Fasern* dagegen lassen sich durch Maceration *in mehrere, häufig in 8—10. Fibrillen auflösen.*

Gemeinsam für die zwei Spermientypen ist also, dass sie beide aus drei selbständigen Hauptfasern zusammengesetzt sind, einerseits Stützfaser, Mittelfaser und Saumfaser, andererseits Randfaser, Mittelfaser und Saumfaser; die Saumfasern sind bei beiden Formen völlig identisch; die Mittelfasern sind etwas verschieden gebaut; am

[1]) O. Jensen, *Die Structur der Samenfäden.* Bergen 1879.

[2]) Karl J. Ballowitz, *Zur Kenntnis der Samenkörper der Arthropoden.* Inaug. Diss. in Würzburg. 1894.

[3]) E. Ballowitz, *Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen, zugleich ein Beitrag zur Lehre vom feineren Bau der contractilen Elemente. Die Spermatozoen der Insekten. I. Coleopteren.* Zeitschr. f. wiss. Zoologie. B. L. 1890.

schwierigsten ist es aber zu entscheiden, ob Stützfaser und Randfaser einander homolog sind, indem hier sehr wesentliche Strukturdifferenzen bestehen; der Umstand, dass alle Übergangsformen in der Ausbildung der Stützfaser bis zur Randfaser angetroffen wurden, spricht aber nach Ballowitz's Ansicht dafür, dass beide als gleichwertig anzusehen sind. Die Wimpelfaser steht dagegen zu den drei Hauptfasern in keiner Beziehung; sie stellt eine Bildung sui generis von rätselhafter Bedeutung dar.

Im allgemeinen kann man sagen, dass natürlich zusammengehörige Gruppen und Familien auch ähnlich aussehende und ähnlich strukturierte Spermien haben. Bisweilen können jedoch nahe verwandte Genera, ja Species, sowohl der Grösse wie auch der Struktur nach sehr differente Spermienformen besitzen. Es ist nur zu bedauern, dass Ballowitz, welcher über 100 verschiedene Vogelformen in dieser Beziehung so eingehend untersucht hat, nicht genau angegeben hat, welche von diesen den einen und den anderen Spermientypus haben, sowie wo die Übergangsformen vorkommen. Er hat nur in seiner allgemeinen Darstellung einzelne dieser Tiere bestimmter angegeben.

Was den *Kopf* der Spermien betrifft, so wurde von Ballowitz seine Form bei fast allen angeführten Arten schmal cylindrisch, nadel- oder pfriemenförmig, mit oft sehr fein ausgezogener Spitze gefunden; von der Mitte ab tritt nach vorn hin gewöhnlich eine sehr allmählich verlaufende Verjüngung ein; oft erscheinen die Köpfe nicht ganz gerade, sondern ein wenig S-förmig. Die Länge ist je nach der Art sehr verschieden; auch die relative Länge, mit Bezug auf die des Schwanzes variiert sehr; die kleinen haben gewöhnlich einen relativ grossen Kopf. Die stets vorkommenden Eigentümlichkeiten kommen nur einer bestimmten Art zu. Die Köpfe sind im ganzen starr, quellen aber durch Maceration auf. Am vorderen Ende findet sich ein *Spitzenstück* verschiedener Form; durch Maceration zeigt sich, dass dieses von einer Hülle umschlossen ist, die ein *Stiftchen* beherbergt, ebensowie dass das Hauptstück des Kopfes einen *Innenkörper* enthält. Die Art der Verbindung der einzelnen Fasern des *Schwanzes* mit dem Kopfe ist eine verschiedene. Die Mittelfaser besitzt mit ihm die lockerste Verbindung und löst sich auch meist zuerst von ihm ab. Fester ist die Stützfaser angeheftet, noch fester aber die Saumfaser. Bisweilen sind besondere Vorrichtungen vorhanden, welche die Verbindung inniger machen, so z. B. ein Stiftchen an der Stützfaser oder eine Art Falz am Rande des Kopfes, wo die Saumfaser sich hineinlegt. Die Anheftungsstellen treten zuweilen in Gestalt kurzer, intensiv sich färbender, parallel nebeneinander liegender Linien hervor, welche durch einen schmalen hellen Raum von einander getrennt sind; diese Linien erklärt sich Ballowitz dadurch, dass sich hier die verkittende Zwischensubstanz, welche die Fasern mit dem Kopfe verbindet, mitgefärbt hat.

Auf die Veranlassung des Herrn Prof. E. Ballowitz untersuchte sein Bruder Dr K. Ballowitz [1]) die Spermien bei einigen anderen Insekten aus der Ordnung der Orthopteren, v. a. bei *Gryllotalpa vulgaris* Latr. und *Gryllus domesticus* L.; ausserdem auch bei Vertretern der Hymenopteren, Neuropteren und Hemipteren, nämlich bei *Periplaneta*, *Locusta*, *Aeschna*, *Apis* und einigen anderen. Aus seiner Untersuchung folgt, sagt er, dass die von ihm studierten Insekten einen Bau ihrer Spermien besitzen, der den von E. Ballowitz bei den Coleopteren gefundenen Bauverhältnissen im allgemeinen entspricht. Nach allem scheint sich bei den Insekten-Spermien ziemlich gewöhnlich der Kopf aus einem Spitzenstück und einem Hinterstück zusammenzusetzen, während der Schwanz aus drei fibrillären Fasern besteht; die von E. Ballowitz bei vielen Coleopteren gefundenen komplizierteren Verhältnisse (Stützfaser u. s. w.) sind nur diesen eigentümlich.

Hinsichtlich einer besonderen Spermienart, der Doppelspermien der *Dytisciden*, ist noch hinzuzufügen, dass, nachdem E. Ballowitz [2]) schon im J. 1886 eine kurze Notiz über die Entdeckung solcher Spermien gemacht hatte, L. Auerbach [3]), ohne Kenntnis davon, sie von neuem (1893) behandelte, wonach E. Ballowitz [4]) in einer eingehenden Darstellung (1895) diese interessanten Spermien genau beschrieb. Da ich sie später auch untersucht habe und hier unten darstellen werde, erspare ich mir die Besprechung der Angaben dieser Autoren bis auf jenes Kapitel.

Was nun im allgemeinen meine Studien über die Spermien der Insekten betrifft, so waren es hauptsächlich drei Ursachen, die mich veranlassten, sie vorzunehmen. Erstens hegte ich den Wunsch, mir mit eigenen Augen eine Vorstellung vom Bau dieser Spermien zu verschaffen; zweitens hoffte ich unter ihnen *niedrigere* Formen zu finden, die den Schlüssel zu einem näheren Verständnis der höher differenzierten Formen geben könnten, und schliesslich wünschte ich nachzusehen, ob sich nicht auch hier *Centralkörper* nachweisen liessen, deren Darstellung

---

[1]) Karl J. Ballowitz, *Zur Kenntnis der Samenkörper der Arthropoden.* Inaug. Diss. in Würzburg 1894.

[2]) E. Ballowitz, *Zur Lehre von der Struktur der Spermatozoen.* Anat. Anz. 1886, N. 14.

[3]) L. Auerbach, *Über merkwürdige Vorgänge am Sperma von Diticus marginalis.* Sitz. Ber. d. K. Akad. d. Wiss. zu Berlin, phys.-math. Klasse, 23. März 1893, B. XVI.

[4]) E. Ballowitz, Anat. Anz. v. 3. Juni 1893 und in »*Die Doppelspermatozoen der Dytisciden*». Zeitschr. f. wiss. Zoologie. LX., 3, 1895.

ich in den Arbeiten der Vorgänger nicht gefunden hatte. Jedenfalls war es aber diesmal nicht meine Absicht, eine so umfassende Untersuchung, wie die von E. Ballowitz bei den Coleopteren ausgeführte, zu bewerkstelligen, sondern eher bei den verschiedenen Ordnungen einige Typen auszuwählen, die in den fraglichen Beziehungen erläuternd sein könnten. Es erwies sich aber, dass dieses Studium kein leichtes ist; das Insektenreich ist bekanntlich so kolossal, dass es schwer fällt und viele Zeit erfordert, gerade die besten Typen der Spermien herauszufinden. Auch ist es nicht leicht, für jede Art die richtige Jahreszeit auszuprobieren, in welcher die Spermien ausgereift sind. Bei manchen Insekten sind aber dann noch die reifen Spermien scheinbar sehr einfach, »faserförmig» gestaltet und lassen kaum einen feineren Bau nachweisen. Im Sommer 1905 beschäftigte ich mich mit diesen Studien, deren Ergebnisse ich hier kurz vorlege. Da E. Ballowitz bei den Coleopteren und K. Ballowitz v. a. bei den Orthopteren den Bau der Spermien schon so eingehend dargestellt haben, werde ich mich darauf beschränken, in so kurzer Form als möglich die wichtigsten Data vorzulegen und nur eine geringe Anzahl von Typen zu beschreiben. Ich habe zwar noch eine ganze Reihe anderer Insekten untersucht, finde es aber nicht nötig, auf diesem Gebiete mehr als das hier gegebene mitzuteilen. Entweder sollte man eine ganz umfassende specielle Beschreibung der Spermien vieler Insekten liefern, oder auch sich auf einige interessante Typen beschränken. Ich habe nun die letztere Wahl getroffen. Während meines Aufenthalts in der schwed. Zoolog. Station Kristineberg an der Westküste Schwedens im Sommer 1905 hatte ich hierbei den Vorteil, die Hülfe eines jüngeren erfahrenen Entomologen, des Herrn Lic. der Phil. Mjöberg, zu erhalten, der mir eine bedeutende Anzahl der von mir untersuchten Insekten verschaffte und bestimmte, wodurch die Arbeit wesentlich erleichtert wurde. Ich sage diesem Herrn hierfür meinen herzlichen Dank.

Von den vielen untersuchten Insekten habe ich nun folgende Vertreter ausgewählt, deren Spermien hier näher berücksichtigt werden sollen: *Carabus. Phyllodecta, Capsus, Cryptocephalus, Lagria, Dytiscus;* ferner *Aeschna, Lestes* und *Libellula; Locusta* und *Gomphocerus; Cicada.* Von diesen gehören die ersten sieben der Ordnung *Coleoptera*, die folgenden drei derjenigen der *Odonata*, die dann folgenden zwei derjenigen der *Orthoptera*, die letzte der Ordnung der *Rhyncota* an.

Ursprünglich war es meine Absicht, in dieser Beziehung einige Repräsentanten jeder Ordnung des Insektenreichs eingehend zu studieren und je für sich darzustellen. Da ich aber in den letzten drei Jahren keine Zeit und Gelegenheit zur Fortsetzung dieser Arbeit fand, und auch kaum weiter finden werde, scheint es mir richtiger zu sein, die betreffenden Ergebnisse jetzt mitzuteilen, obwohl sie nur Bruchstücke sind und nur einige Supplemente zu der viel umfassenderen, in mancher Hinsicht grundlegenden Arbeit von E. Ballowitz und zu derjenigen von K. Ballowitz darstellen. Da ich indessen Vertreter von vier besonderen Insektenordnungen hier behandeln werde, scheint es mir, um nicht zu weitläufig zu werden, am besten zu sein, jede dieser Ordnungen für sich zu besprechen, aber nicht jedes Tier einzeln zu behandeln, wobei ich, so weit möglich, die Vertreter jeder einzelnen Ordnung zusammen beschreibe. Ich fange also mit den sieben Coleopteren an, unter denen jedoch der Dytiscus wegen seiner Doppelspermien einer besonderen Besprechung bedarf.

A Die Coleopteren.

(Taf. XVIII—XX.)

Wie vor allem E. Ballowitz gezeigt hat, kann man an den Spermien der Coleopteren nur den *Kopf* mit seinem *Spitzenstück* und den *Schwanz* unterscheiden. Ein abgesondertes Verbindungsstück ist nicht vorhanden.

Der *Kopf* hat bei allen eine lang ausgezogene, schmal cylindrische Form, die sich nach vorn hin immer mehr verschmälert und spitz ausläuft. Bei Dytiscus ist die Form des Kopfes jedoch stark abgeplattet, messerförmig. Die Länge und die Breite sind bei den verschiedenen Tiersorten verschieden. Durch die Maceration mit Wasser oder Kochsalzlösung schwillt der Kopf und verkürzt sich (Taf. XVIII, Fig. 9, Capsus). In noch nicht ausgereiftem Zustande ist er von einer Protoplasmaansammlung umgeben (Taf. XIX, Fig. 15); wahrscheinlich bleibt von ihr eine zarte Hülle am Kopfe der reifen Spermien zurück, obwohl sie sich dann nicht mehr technisch nachweisen liess.

Das am Vorderende des Kopfes befindliche *Spitzenstück*, welches sich mit Anilinfarben gewöhnlich stärker färbt, als die eigentliche Kopfsubstanz, ist bald mehr nadelförmig, spitz (Cryptocephalus, Taf. XIX, Fig. 15, 16), bald mehr tütenförmig (Lagria, Taf. XIX, Fig. 17; Carabus, Taf. XVIII, Fig. 2, 3, 4; Phyllodecta, Taf. XVIII,

Fig. 5, 6, 7). Zuweilen erkennt man das Spitzenstück erst nach der Maceration. Bei Dytiscus ist kein solches Stück nachweisbar. Hinten ist der Kopf gegen den Schwanzansatz gewöhnlich scharf abgesetzt. Es kommen indessen, wie E. Ballowitz hervorhebt, Spermien vor, in welchen besondere spitzen- oder falzförmige Vorrichtungen eine besondere Befestigung des Schwanzes bewirken. Bei Capsus (Taf. XVIII, Fig. 8) sieht man einen schief gerichteten Ansatz; bei Cryptocephalus erkennt man nach Maceration (Taf. XIX, Fig. 16) ein kurzes, feines Stiftchen in den Kopf eintreten. Bei Dytiscus (Taf. XX) ragen die Schwanzfasern verschieden hoch am Kopfe hinauf (Fig. 6, 7, 8, 15 u. s. w.), wovon unten näher berichtet werden soll.

Der *Schwanz* ist bei den verschiedenen Arten und Genera von verschiedener Länge und bietet den v. a. von E. Ballowitz bei den Coleopteren eingehend geschilderten Bau dar, weshalb ich denselben hier nur kurz besprechen werde. Wie schon längst bekannt gewesen, ist er etwas abgeplattet, bandförmig, mit dem einen Rande mehr oder weniger gekräuselt, und besteht aus 2 bis 4 Fasern, welche sich bei der Präparation, resp. durch Maceration, mehr oder weniger leicht von einander abtrennen lassen. Bei einigen Tieren konnte ich nur zwei Fasern nachweisen; dies war der Fall bei Phyllodecta (Taf. XVIII, Fig. 5, 6) und Capsus (Taf. XVIII, Fig. 8—10). Bei anderen liessen sich sicher drei Fasern nachweisen, wie bei Carabus (Taf. XVIII, Fig. 1, 2); bei Lagria (Taf. XIX, Fig. 17) und bei Cryptocephalus (Taf. XIX, Fig. 10, 13, 14). Bei diesem letzteren konnte indessen nach geeigneter Maceration das Vorhandensein von nicht weniger als fünf Fasern dargelegt werden (Fig. 9, 11, 12). In diesem Falle trifft offenbar die Beschreibung vom ersten Spermientypus von E. Ballowitz ein; man hat hier also eine Stützfaser, eine Mittelfaser und eine in drei Fasern aufgelöste Saumfaser (Saumfaser N:o 1, 2 und 3) vor sich. Bei den anderen Spermien liegen aber wahrscheinlich Fälle vor, wo statt der Stützfaser nur eine Randfaser von E. Ballowitz vorhanden ist. In den Fällen, wo nur zwei Fasern erkannt wurden (Phyllodecta, Capsus) lässt sich denken, dass die Mittelfaser mir entgangen ist; hierfür spricht gerade der Umstand, dass am hinteren Schwanzende von Capsus (Taf. XVIII, Fig. 10) zwischen den beiden dunkelgefärbten Fasern noch eine dritte liegt, welche am Ende als ein kurzes, spitzes, scheinbares »Endstück» hervorragt. Es scheint in der Tat nicht selten vorzukommen, dass eine der Fasern am Schwanzende etwas weiter reicht als die anderen und also frei hervorragt; dies ist auch bei Carabus der Fall (Taf. XVIII, Fig. 1). Auch bei Dytiscus erkennt man ein solches Verhalten (Taf. XX, Fig. 9; bei dem letzteren lassen sich drei Fasern unterscheiden (Fig. 1, 2, 3). Wie E. Ballowitz gezeigt hat, lassen sich aber die Fasern noch weiter fibrillär zerlegen, nur die Stützfaser nicht. Die von ihm beschriebene Wimpelfaser soll sich nicht fibrillär zerlegen lassen können; diese kurze Faser sah ich auch bei mehreren Coleopteren, nicht aber bei den von mir hier gewählten Typen, weshalb ich sie nicht weiter bespreche, um so weniger, als ich zu Ballowitz's Darstellung derselben nichts hinzuzufügen habe; sie blieb mir ebenso rätselhaft wie ihm. Bei Dytiscus sind offenbar nur Randfaser, Mittelfaser und Saumfaser vorhanden, obwohl sie, besonders die letzteren beiden, weiter zerspaltet werden können.

Wie ist es aber nun mit den *Centralkörpern?*

In manchen Fällen traf ich bei den verschiedenen Behandlungsmethoden im Ansatze des Schwanzes am Kopf ein sich färbendes Gebilde. Bei Carabus (Taf. XVIII, Fig. 2, 3, 4) zeigte sich dies als ein kurzer Ring; bei Phyllodecta erschien es noch kürzer (Fig. 7); bei Capsus (Fig. 9) stellte es einen längeren Ring dar; bei Cryptocephalus (Taf. XIX, Fig. 9, 12, 14) war dies ebenfalls der Fall. Was Dytiscus betrifft, komme ich bald darauf zurück. Hinsichtlich der angeführten Fälle ist es indessen zu entscheiden, ob dieses sich dunkel färbende Gebilde dem Centralkörperapparat selbst entspricht, oder vielleicht ihn nur in sich enthält. Das unten zu beschreibende Verhalten eines ähnlichen Gebildes bei den Heuschrecken scheint für die erstere Deutung zu sprechen. Das genauere Studium der Spermiogenese wird dies entscheiden können.

Was nun schliesslich die Spermien von *Dytiscus* betrifft, so ist schon oben hervorgehoben, dass zuerst E. Ballowitz im J. 1886 entdeckte, dass diese Spermien konstant zu je zwei konjugiert sind, weshalb sie als Doppelspermien bezeichnet worden sind. Ohne dies zu wissen, fand dann auch L. Auerbach (1893), dass eine solche Konjugation derselben im Ausführungsgang des Hodens eintrifft, und zwar etwa in der dritten, innersten Abteilung der Epididymis; er beschreibt ausführlich sowohl die Form der einzelnen Spermien, als die bei der Konjugation eintretenden Verhältnisse und die Bewegungserscheinungen. Die Paarung der Spermien soll aber nach ihm nur eine vorübergehende sein; und in der allerletzten Endstrecke des Nebenhodenschlauchs sowie im Receptaculum des Weibchens finden sich nur Einzelspermien. E. Ballowitz, welcher seine Priorität der Entdeckung der Doppelspermien nachwies, die auch Auerbach dann anerkannte, veröffentlichte schliesslich seine umfassenden Ergebnisse betreffs der Doppelspermien der Dytisciden, und zwar nicht nur bei Dytiscus selbst, sondern bei mehreren anderen Vertretern der Familie, bei welchen ebenfalls Doppelspermien verschiedener Art vorkommen. Er war zu demselben

Resultate wie Auerbach gekommen, dass die Spermien nicht von Anfang an paarig gebildet werden, sondern erst im Ausführungsgang, im Anfang desselben, konjugiert werden; am Ende des Vas deferens findet man dann wieder mehr oder weniger einzelne Spermien, besonders bei solchen Männchen, die lange in Gefangenschaft gelebt haben, sowie im Receptaculum seminis der Weibchen; bei anderen Weibchen, besonders bei frisch gefangenen, waren dagegen noch Doppelspermien mehr oder weniger zahlreich vorhanden. Ballowitz beschrieb ferner bei den verschiedenen Dytisciden genau den Bau der einzelnen Spermien und die Verhältnisse bei der Kopulation, und zwar, was Dytiscus betrifft, im ganzen in Übereinstimmung mit den Befunden Auerbach's. Die Spermien bestehen aus Kopf und Schwanz. Der letztere ist äusserst lang (1,06 mm.) und lässt zwei Abteilungen unterscheiden, von denen die vordere kürzer und mehr gerade, die hintere sehr lang und spiralig gewunden ist; in seiner ganzen Länge ist er abgeplattet und aus drei Fasern zusammengesetzt, nämlich aus einer Randfaser, einer Mittelfaser und einer Saumfaser; eine Stützfaser ist nicht vorhanden; die Saumfaser ist krausenförmig gewunden. Den Kopf beschrieb Ballowitz, wie Auerbach, als tischmesserförmig mit einem dickeren und einem dünneren Rande, am vorderen Ende aber nicht so zugespitzt, wie der letztere Autor es getan; am hinteren Ende des Kopfes läuft der schon von Eimer gesehene lange Widerhaken aus. Bei der Kopulation legen sich die abgeplatteten Köpfe mit ihren entgegengesetzten Flächen eng aneinander, nur einen schmalen Spaltraum zwischen sich lassend, und je mit ihren dünnen Rändern in den an dem dicken Rande befindlichen Falz hineinragend. Die vorderen Enden der Köpfe kreuzen sich wohl meist ein wenig, und die beiden Widerhaken scheinen sich bei der Kopulation fest zu verklammern. Ballowitz beschreibt auch genau die Erscheinungen der Bewegung der lebenden Spermien.

Zu den Schilderungen von Auerbach und Ballowitz habe ich wenig hinzuzufügen. Wie der letztere, fand ich die Einzelspermien nur aus Kopf und Schwanz bestehend und im letzteren die drei Fasern (Taf. XX, Fig, 1, 2, 3, 6, 8), wie dies schon oben hervorgehoben wurde. Die Befestigung dieser Fasern am Kopfe studierte ich aber genauer. Wie die Fig. 6, 7, 8, 15 zeigen, enden vorn die Fasern in verschiedener Weise, und zwar mit verschiedener Zuspitzung und ungleich weit nach vorn hervorragend, indem die Saumfaser am längsten nach vorn hin reicht.

Der Kopf ähnelt in der Tat einer Tischmesserklinge, hat vorn einen abgerundeten Rand und ist gewöhnlich noch mehr seitwärts umgebogen, als Ballowitz ihn abbildet (Fig. 5). Der eine Seitenrand, der dorsale nach Auerbach, ist, wie Ballowitz betont, verdickt und mit einer neben ihm befindlichen Rinne versehen; dieser Rand ist oft, oder sogar in der Regel, etwas wellenförmig oder gekräuselt, so dass es sogar den Anschein hat, als ob die Saumfaser sich in ihn fortsetzte; diese steigt aber nur ein kleines Stück an ihm empor. An dem schief abgestumpften unteren Ende des Kopfes findet sich eine Vertiefung oder Aushöhlung (Fig. 10, 11, 12), in der ein körniger Protoplasmaklumpen liegt (Fig. 1, 2, 3), und dicht hinter ihr läuft der Eimer'sche Widerhaken nach hinten und ventralwärts vom Kopfe hinaus (Fig. 1—5, 10—12). Dieses Gebilde spitzt sich hinten zu; es färbt sich ziemlich stark mit Anilinfarben, weshalb ich die Auffassung erhielt, dass es vielleicht dem Centralkörper entspreche, ungefähr wie ein ähnliches Gebilde an den Spermien der Cephalopoden diesen Teil darstellt; nur das Studium der Spermiumentwicklung kann jedoch diese Frage lösen. Es muss aber auch betont werden, dass ich keine ganz scharfe Grenze des Widerhakens gegen die Kopfsubstanz nachweisen konnte.

Die Kopulation der Einzelspermien zu Doppelspermien fand ich ungefähr so, wie Ballowitz und Auerbach sie beschrieben haben. Gewöhnlich deckten jedoch die Vorderenden einander, wie die Fig. 17 und 18 zeigen; nicht selten kreuzten sie sich aber, wie die Fig. 13, 14 und 16 es wiedergeben. Die gegen einander liegenden Kopfflächen fand ich eng aneinander gekittet, ohne offenen Zwischenraum (Fig. 19, optisches Durchschnittsbild der Köpfe); in solcher Seitenkantenlage sah ich gewöhnlich auch die Widerhaken je nach ihrer Seite schief hinausragen. In der Flächenlage betrachtet, kreuzen sich die Spitzen der Widerhaken, d. h. je nach ihrer Fläche hin (Fig. 16, 18), oder auch nicht (Fig. 17, 14); zwischen ihnen sieht man oft einen offenen Raum (Fig. 17), vor welchem der oben erwähnte Protoplasmaklumpen liegt. Die Schwänze hängen in der Regel eine Strecke weit nach hinten innig zusammen (Fig. 16), um sich dann in spitzem Winkel von einander zu trennen, wonach sie gewöhnlich ihre Spiralwindungen bilden (diese konnten auf der Tafel nicht Platz finden).

Die Bewegungserscheinungen sind besonders von Ballowitz so genau und zutreffend beschrieben worden, dass ich nichts hinzuzufügen habe. Und was die Bedeutung der Kopulation der Spermien betrifft, ist sie mir noch immer so rätselhaft, dass ich keine weiteren Hypothesen darüber darbieten werde. Manches lässt sich wohl denken, nichts beweisen; und darum lohnt es sich auch bis auf weiteres nicht, Meinungen darüber zu äussern.

Ausser dem eigentlichen Dytiscus *(Dytiscus marginalis* L.*)* habe ich aber noch einen anderen nahestehenden Coleopter untersucht, nämlich den *Ilybius fenestratus* Fabr. Auf Taf. XIX sind in Fig. 1—8 verschiedene Abbildungen der Spermien des letzteren wiedergegeben worden. Fig. 1 stellt eine solche Spermie in ihrer ganzen Länge, aber nur in einem Drittel der Grösse der anderen Figuren dar. Man erkennt hier einen lanzettförmigen Kopf und einen langen schmalen Schwanz. Am zugespitzten *Kopfe* findet man vorn ein sich dunkel färbendes Stäbchen, welches an einer Seite desselben liegt und bis in die Spitze zieht. Am angeschwollenen Kopfe (Fig. 5) sieht man, dass das Stäbchen einer Mütze angehört, eine Art Spitzenstück bildend. An dem entgegengesetzten Rande erkennt man eine lange, sich ebenfalls dunkel färbende Faser, welche vom Schwanzansatz etwa bis zum vorderen Viertel der Kopflänge zieht und stark zugespitzt und verfeinert endigt (Fig. 1, 3). In der Ansicht des Kopfes von diesem Rande her (Fig. 2) kann man noch besser diese Faser verfolgen, und an etwas angeschwollenen, macerierten Köpfen (Fig. 5) tritt die Faser in ihrem Verhalten noch prägnanter hervor; sie kann sich zuweilen auch vom Kopfe ganz ablösen (Fig. 4). An ihrem hinteren Teil findet sich aber eine mehr oder weniger entwickelte Partie, die einen etwas körnigen Klumpen bildet (Fig. 2, 3), welcher buckelig vom hinteren Kopfende hinausragt. In manchen Fällen liess sich aber noch konstatieren, dass diese Partie oft ein dreieckiges, nach aussen und hinten hinausragendes Segel bildet, welches spitz nach hinten hin zieht (Fig. 6, 7) und zuweilen sogar noch einen Faden nach hinten sendet, der als eine Art Widerhaken erscheint.

Der *Schwanz* erscheint gewöhnlich einfach fadenförmig, ohne deutlich hervortretende Struktur (Fig. 1, 2, 3). Am hinteren Ende läuft aber mit scharfer Abgrenzung ein langes, helles, feines Stück hinaus (Fig. 1), welches wie eine Art *Endstück* erscheint. Nach Maceration und bei genauer Untersuchung findet man nun auch, dass der Schwanz, das eigentliche *Hauptstück*, aus drei Fasern zusammengesetzt ist (Fig. 8), welche ungefähr gleich dick sind.

B. Odonata.

(Taf. XXI.)

Aus der Ordnung der Odonaten habe ich drei Vertreter ausgewählt, eine *Lestes*, eine *Aeschna* und eine kleine *Libellula*.

Ich werde mit der letztgenannten anfangen. In den Fig. 1—5 der Taf. XXI sind ihre reifen Spermien abgebildet. Sie bestehen aus einem schmalen cylindrischen *Kopf* und einem *Schwanz*, der etwa viermal so lang als der Kopf ist. Am letzteren, welcher eine schwache Spiraldrehung zeigt und hinten und vorn sich ein wenig verschmälert, findet sich ein tütenförmiges *Spitzenstück,* an dessen Ansatze eine ringförmige, sich stärker färbende Verdickung nachweisbar ist.

Der *Schwanz* besitzt kein Verbindungsstück, sondern besteht aus zwei Fäden, einem etwas dickeren, sich stärker färbenden, meistens geraden, stützenden oder Axenfaden, welcher die Fortsetzung der Kopfaxe bildet und sich am Kopfende direkt ansetzt, und einem um diesen Faden sich spiralig windenden, welcher heller und weniger färbbar ist. Die Fig. 1 gibt das normale Aussehen einer solchen Spermie wieder. Wie man sieht, reicht die sich windende Faser hinten eine kleine Strecke weiter als die gerade Faser und bildet, zugespitzt, das eigentliche Schwanzende, ohne einem wirklichen Endstück homolog zu sein. Auch die gerade Faser spitzt sich hinten zu. Die Fig. 2 zeigt diese Verhältnisse noch deutlicher an einem gebogenen Schwanze. Es kommen aber auch nicht selten Spermien vor, bei denen die beiden Fäden sich umeinander winden. Die Fig. 3 zeigt ein solches Spermium, wo sich beide vom Kopfende her winden; die Fig. 4 und 5 geben sich in solcher Weise windende hintere Schwanzenden wieder, in der ersteren mit dicht aneinander liegenden, in der letzteren mit ein wenig mehr getrennten Fäden; in diesen drei Fällen drehen sich also beide Fäden spiralig.

Im Ansatze des Schwanzes am Kopfe findet sich ein sich dunkel färbender Ring, der sogar die Andeutung zu einem Doppelring zeigt. Dieses Gebilde scheint einem *Centralkörper* zu entsprechen.

Die Spermien von *Lestes sponsa* (Taf. XXI, Fig. 6, 7, 8, 9) haben ebenfalls einen cylindrischen *Kopf*, welcher nach vorn hin sich ein wenig verschmälert und mit einem spitz-tütenförmigen *Spitzenstück* endigt, an dessen Wurzel ein stark färbbares Körnchen liegt. Am *Schwanze,* welcher 3—4 mal die Länge des Kopfes darbietet, findet sich kein Verbindungsstück, wohl aber beim Ansatze am Kopfe ein sich dunkel färbender, schmaler Ring,

der wohl dem *Centralkörperapparat* entspricht; der Schwanz selbst besteht aus zwei Fäden (Fig. 6), die sich in langen Windungen umeinander drehen und von einander leicht ablösen; beide spitzen sie sich hinten zu; der schmälere, sich weniger stark färbende reicht ein Stück weiter am Hinterende als der dickere und bildet also das Ende des Schwanzes. Nach Maceration teilen sich aber beide Fäden in je zwei feinere Fasern, wie die Fig. 7, 8 und 9 zeigen.

Die Spermien von *Aeschna grandis* (Taf. XXI, Fig. 10—19) bieten dagegen eine von den vorigen in bedeutendem Grade abweichende Form dar. Bei den Aeschna-Spermien ist der Schwanz kaum oder sehr wenig grösser als der Kopf. Der an sich ziemlich grosse Kopf ist wurstförmig, cylindrisch und verschmälert sich vorn und hinten ein wenig. Am vorderen Ende trägt er ein verhältnismässig grosses, tütenförmiges *Spitzenstück* (Fig. 10—14), an dessen Vorderende ein kleiner heller Knopf hervorragt und in dessen Ansatze am eigentlichen Kopfe ein sich dunkel färbendes, ringförmiges Gebilde vorhanden ist; in der Hülle dieses Spitzenstückes liess sich zuweilen auch ein dunkler Spiralfaden nachweisen (Fig. 17 und 18), und am Vorderende desselben zeigte der vordere Knopf seitliche Hervorwölbungen.

Der *Schwanz* bietet bei diesem Tiere das eigentümlichste Verhalten dar. Gewöhnlich präsentiert er sich, wie in den Fig. 10 und 14, als ein sich dunkel färbender, lang ausgezogener Kegel, der sich allmählich vom Vorder- bis zum Hinterende verschmälert und zuspitzt; sein Vorderende ist schief abgestumpft und am Kopfende mit breitem Ansatz befestigt. Nach guter Differenzierung zeigt sich nun, dass der Schwanz aus zwei verschiedenen Bestandteilen zusammengesetzt ist, nämlich aus einem hellen, sich nur ganz schwach färbenden, geraden oder wenig gebogenen Faden und einer diesem ansitzenden und ihn teilweise umschliessenden, langen, konkaven, sich dunkel färbenden Scheibe. Die Fig. 11, 12 und 13 geben dies Verhältnis wieder; und in den Fig. 16, 17, 18 und 19 erkennt man noch, dass sich am oberen Ende, neben dem Faden, eine Partie von hellerer Substanz findet. Die dunklere Scheibe liegt ihr dicht an, sie von der Seite her umschliessend und zugespitzt oben am Kopfe endigend.

Durch Maceration in Wasser oder Kochsalzlösung schwillt der Kopf dieser Spermien an; dann treten an ihm mehr oder weniger deutlich Schlingen von Spiralfasern hervor (Fig. 14); nach stärkerer Maceration (Fig. 15), wird die den Kopf umgebende zarte Hülle gesprengt, und die Substanz schwillt noch stärker an, in ihrem Inneren einige scheckige Körnchenhaufen darbietend. Das Spitzenstück und der Schwanz schwellen aber dabei nicht an.

Es ist in der Tat nicht leicht, die Zusammensetzung des Schwanzes zu erklären; wenn man aber die beiden Teile desselben mit dem Bau der anderen hier beschriebenen Odonaten-Spermien vergleicht, erscheint es wohl am wahrscheinlichsten, dass diese beiden Teile den bei ihnen vorhandenen beiden Fäden entsprechen. Den Centralkörperapparat konnte ich nicht nachweisen; anfangs glaubte ich in der dunkleren langen Scheibe vielleicht diesen Apparat vor mir zu haben, liess aber bald wieder diese Meinung fallen. Hier, wie es so oft der Fall ist, kann nur das Studium der Spermiogenese die betreffenden Rätsel lösen.

C. Orthoptera.

(Taf. XXII und XXIII.)

Aus dieser Ordnung habe ich die *Locusta viridissima* L. und eine andere kleinere Heuschrecke, *Gomphocerus* sp., zur Untersuchung ausgewählt.

Die Spermien der Orthopteren sind schon mehrmals, und zwar schon vor langer Zeit untersucht worden. Bei den Locustinen beschrieb sie schon in den Jahren 1843 und 1845 Th. v. Siebold[1]). »Es lassen sich», sagt er, »an denselben drei verschiedene Teile unterscheiden: 1. ein sehr langgestreckter Körper, 2. ein ausserordentlich langer fadenförmiger Anhang und 3. ein winkelförmiger Anhang. Der langgestreckte Körper dieser Spermatozoiden ist seitlich zusammengedrückt und geht an dem einen Ende allmählich in den fadenförmigen Anhang über, während sein anderes Ende zugespitzt und mit dem winkelförmigen Anhang verbunden ist». v. Siebold entdeckte und beschrieb auch die eigentümliche Zusammenlagerung der Spermien zu beweglichen Gruppen und die Einschliessung derselben in Spermatophoren.

[1]) C. Th. v. Siebold, *Über die Spermatozoen in den Heuschreckenweibchen.* Amtl. Ber. ü. d. 20. Versamml. d. Ges. deutscher Naturf. u. Ärzte zu Mainz, 1843. — und *Über die Spermatozoen der Locustinen.* Nov. Acta Acad. Caes. Leop. — Carolinæ, V. 21, 1845.

Da aber Karl J. Ballowitz in seiner oben citierten Dissertation v. J. 1894 schon eine Zusammenstellung der Arbeiten gemacht hat, in denen die Spermien der Orthopteren berücksichtigt worden sind, kann ich auf diese hinweisen. Es sind die Mitteilungen und Angaben von Bütschli (1871, Blatta orientalis), v. la Valette St. George (1867, 1886, Gryllus, Blatta) O. S. Jensen (1879, Blatta americana), G. Gilson (Gryllus, Gryllotalpa, Locusta u. a., 1884, hauptsächlich in Bezug auf die Spermiogenese), J. Dewitz, O. vom Rath (1890, Gryllotalpa), A. Sabatier (Locusta, 1893).

K. Ballowitz untersuchte selbst die Spermien von *Gryllotalpa vulgaris* Latr. und *Gryllus domesticus* L. Bei Gryllotalpa bestehen sie aus dem kleinen, nadelförmigen Kopf und dem langen, schmalen Schwanz; der letztere ist abgeplattet, schmalbandförmig und geht hinten in ein feines, langes »Endstück» über, welches sich bei Maceration zuerst in eine Anzahl feinster Fibrillen (bis neun) zerspaltet; dann tritt auch im Hauptteil anfangs ein Zerfall in drei Fäden ein, die sich später auch fibrillär auflösen können. Am Kopfe erkennt man vorn ein besonderes Stiftchen und beim Ansatze des Schwanzes eine sich intensiv färbende Querlinie. Einen ganz analogen Bau zeigen die Samenfäden des *Gryllus;* sie sind aber beträchtlich länger, das »Endstück» jedoch relativ kürzer; durch Maceration lässt sich auch hier das Hauptstück des Schwanzes in drei Fasern zerteilen, und das Endstück zerfällt fibrillär. Der vorderste Teil des Schwanzes ist verdickt und stellt vielleicht ein Verbindungsstück dar, obwohl es vom Hauptstück nicht deutlich abgegrenzt ist.

Ich fange nun mit der Darstellung der Spermien der *Locusta* (Taf. XXII) an. Sie sind zwar schon von anderen Autoren behandelt worden, aber jedenfalls noch nicht in hinreichend eingehender Weise. Diese Spermien zeigen einen langen, schmal lanzettförmigen *Kopf* und einen sehr langen, schmalen *Schwanz.*

Der *Kopf* ist abgeplattet, von schmal elliptischem Durchschnitt (Fig. 11). Von der Fläche betrachtet, erscheint er, wie die Fig. 1 und 2 ihn wiedergeben, von der Kante aber wie die Fig. 3 zeigt. Er ist vorn breiter und verschmälert sich stark nach hinten hin; seine grösste Breite findet sich am vorderen Drittel. Wie es bei Köpfen von reifen Spermien im allgemeinen der Fall ist, zeigt er keine feinere Struktur; er ist offenbar von einer sehr zarten protoplasmatischen Hülle eng umschlossen, die bei den reifen Spermien sich jedoch hier technisch nicht dartun liess.

Am vorderen Ende trägt nun dieser so gestaltete Kopf ein sehr kompliziertes *Spitzenstück* oder Perforatorium, welches vielleicht schon teilweise von v. Siebold erkannt worden ist. Es besteht aber aus nicht weniger als vier Teilen, nämlich aus zwei axial und zwei seitlich gelegenen. Die axialen sind ein grösseres, etwa herzförmiges, das am vorderen Ende des eigentlichen Kopfes angefügt ist, und ein kleineres, vor demselben angeheftetes, halbmondförmiges Stück, welches also die eigentliche Spitze des Spitzenstückes darstellt. An dem Ansatze des hinteren grösseren Teils am Kopfende findet sich nun jederseits ein eigentümlicher Haken. Es besteht derselbe aus einem ausgezogenen kegelförmigen Gebilde, dessen abgerundetes Vorderende eben an die seitliche Grenze zwischen dem Spitzenstück und dem Kopfe angeheftet ist, und dessen spitzes hinteres Ende nach hinten und etwas nach aussen gerichtet liegt. Gewöhnlich befinden sich die beiderseitigen Haken dicht an den Seitenrändern des Kopfes, sich diesem eng anschliessend (Fig. 1—3). Aber nicht selten trifft man auch Spermien, wo sie in spitzem Winkel vom Kopfe abstehen (Fig. 6). Vielleicht stellt das letztere Stadium die eigentliche Reife dar. Bei genauerer Betrachtung findet man, dass die vorderste, dickste Partie jedes Hakens von den Färbemitteln (Anilinlösungen) weniger stark gefärbt werden, als die übrige Partie, welche die Farbe intensiv aufnimmt. In einzelnen Fällen findet man aber auch, dass hier, am vorderen Ende der Haken, je ein rundes Kügelchen sich stark färbt (Fig. 8), welches scharf abgegrenzt ist. Ferner erkennt man auch, dass vom hinteren axialen Teil des Spitzenstückes neben den beiden Haken ein Fortsatz ausläuft, der sich ihm eng anlegt und nach hinten und lateralwärts zieht (Fig. 6). Nicht selten findet man Spermien, wo sich der vordere Teil des Kopfes nach hinten hin umgebogen hat, wie die Fig. 10 zeigt; hier laufen deshalb die Spitzen der beiden Seitenhaken nach vorn-lateralwärts aus.

Ich versuchte auch, die Entwicklung der Teile des Spitzenstücks zu verfolgen. Die Fig. 4, 5, 7, 9, 18, 19, 20, 21 zeigen verschiedene Stadien dieser Entwicklung in rückläufiger Reihe. Die Figuren legen dieselbe deutlicher dar als eine eingehende Beschreibung, weshalb ich auf dieselben hinweise. Die beiden Seitenhaken sind hier zuerst im Stadium der Fig. 18 sichtbar; die axialen Partien aber in Fig. 20, und noch besser in Fig. 21, wo der Kopf mit diesen beiden Partien in isoliertem Zustande vorliegt.

In diesen Figuren erkennt man auch die Entwicklung der Form des eigentlichen Kopfes von der kugeligen (Fig. 18, 19, 20, 21) zu der birnenförmigen (Fig. 9 und 5) und zu der abgeplattet rübenförmigen (Fig. 4) und zuletzt zu derjenigen des reifen Stadiums.

Der *Schwanz* ist am Hinterende des Kopfes mittelst eines röhrenförmigen, sich mit Anilinfarben stark färbenden Gebildes befestigt. Dieses Stück lässt sich durch die verschiedenen Entwicklungsstadien rückwärts verfolgen, indem es sich hierbei allmählich schmäler, ringförmig zeigt (Fig. 5, 9) und in Fig. 18 als ein Knötchen oder Körnchen erscheint, welches das vordere Schwanzende am Kopfe (Kern) verbindet. Dies deutet offenbar darauf hin, dass dieser Teil dem *Centralkörperapparat* entspricht.

Der Schwanzfaden selbst erscheint in unmaceriertem Zustande ganz einfach und nach hinten hin nur wenig verschmälert; am hintersten Ende geht er plötzlich und mit scharfem Absatz in ein feines, kurzes, spitz endigendes, die Farbe nur schwach aufnehmendes Fäserchen über, welches als ein »Endstück» erscheint, obwohl es diesem Stück bei den Mammalien wahrscheinlich nicht homolog ist. Gerade am Hinterende des langen Schwanzfadens, wo er in dieses »Endstück» übergeht, erkennt man einen dunkel sich färbenden Ring von etwas wechselnder Breite (Fig. 13 und 14). Es wäre nun möglich, dass dieser Ring einem distalen Centralkörper entspreche; wenn dies der Fall ist, so entspricht der Schwanzfaden von hier an bis zum Kopfansatze, oder vielleicht richtiger bis zu dem dort befindlichen röhrenförmigen Stück, einem wahren Verbindungsstück, Ich suchte dies durch das Studium der sich entwickelnden Spermien zu eruieren; es gelang mir aber nicht dies endgültig zu entscheiden.

Mittelst der Maceration des Schwanzfadens erwies sich, dass er aus drei etwa gleich dicken Fäden besteht, in welche er dadurch zerfällt. Die Fig. 15, 16 und 17 zeigen dies deutlich. In Fig. 14 sieht man auch, dass wenigstens einer von diesen Fäden durch das vordere röhrenförmige Stück hindurch bis zum Kopfansatz hinaufsteigt und hier knopfförmig endigt.

Die Spermien der zweiten Orthoptere, *Gomphocerus* sp., die ich hier behandeln werde, haben im reifen Zustande eine ganz andere Gestalt, als die der Locusta. Nicht nur der Schwanz ist äusserst lang und schmal, sondern auch der Kopf. Auf der Tafel konnte ich die ganze Spermie, wie die der Locusta, nur drei mal so klein (Taf. XXIII, Fig. 1) wie gewöhnlich abbilden lassen, weil sie sonst $6^1/_2$ mal die Höhe der Tafel beanspruchen würde. Den Kopf, der aber in Fig. 2 drei mal linear grösser als in Fig. 1 abgebildet wurde, nimmt mehr als $1^1/_2$ mal die Höhe der Tafel ein und musste deshalb umgebogen wiedergegeben werden. Wie aus diesen Figuren hervorgeht, spitzt sich der Kopf allmählich nach vorn hin zu und endet nadelförmig, aber ohne ein besonderes, abgesetztes Spitzenstück darzubieten. Hinten ist der Kopf gegen den Schwanz scharf der Quere nach abgesetzt, und am Anfang des letzteren sieht man eine kurze dunklere Partie, die wahrscheinlich als der *Centralkörper*, wenigstens der proximale, zu deuten ist. Dies wird durch das Studium der unreifen Spermien noch wahrscheinlicher. Die Fig. 4 stellt den Kopf und den angrenzenden Teil des Schwanzes eines solchen noch nicht reifen Spermiums dar; dieser Kopf ist viel kürzer und breiter und zeigt sich von einer zarten protoplasmatischen Hülle umgeben; hinter ihm findet sich ein intensiv gefärbtes ringförmiges Gebilde, das einem *Centralkörper* wohl entspricht. Dies wird weiter durch das Studium noch jüngerer Stadien bestätigt. In den Fig. 5 und 6 sind zwei solche junge Spermien abgebildet, von denen die der Fig. 5 noch die protoplasmatische Hülle zeigt, die in Fig. 6 wiedergegebene, noch jüngere, am vorderen Ende noch nicht zugespitzte aber diese Hülle verloren hat. In beiden sieht man den starken, dunklen, konisch röhrenförmigen Ring am Ansatze des noch ganz unreifen, viel schmäleren Schwanzes.

Der *Schwanz* ist, wie erwähnt, sehr lang und schmal und geht am hintersten Ende (Fig. 1 und 3), ziemlich gut abgesetzt, in ein schmäleres, helles »Endstück» über, welches sich nadelförmig zuspitzt. Durch Maceration gelang es mir nun nicht, den Schwanz in die gewöhnlich 2 bis 3 (oder 4) Fasern zu zerlegen; wahrscheinlich ist jedoch auch bei diesen Spermien eine solche Zusammensetzung vorhanden.

D. Rhyncota.

(Taf. XXIII, Fig. 7—12.)

Aus dieser Ordnung habe ich nur den *Pilaenus spumarius* (L.) ausgewählt. Die Spermien haben einen sehr langen und schmalen, cylindrischen Kopf und einen Schwanz, der etwa viermal so lang wie der Kopf ist. Am Vorderende des Kopfes findet sich ein scharf abgesetztes, ziemlich langes, tütenförmiges *Spitzenstück*, welches aus einem hinteren cylindrischen, intensiver färbbaren und einem vorderen hellen, blasenförmigen Teil besteht.

Der *Schwanz* ist etwas abgeplattet und zeigt schon ohne Maceration die Andeutung zu einer Zusammensetzung aus drei Fäden, von denen die zwei heller, mit Anilin weniger färbbar und mehr gerade verlaufend sind;

der dritte färbt sich intensiver und verläuft schwach gekräuselt. Durch Maceration tritt dieser Bau noch viel deutlicher hervor; die Fig. 11 und 12 zeigen dies zur Evidenz. An dem hinteren Ende läuft der Schwanz zugespitzt aus; es scheint hier nur einer der Fäden, der gekräuselte, stärker färbbare, das eigentliche Ende zu bilden. Am vorderen Ende läuft aber einer der anderen Fäden ein Stück höher am Kopfe empor und liegt ihm dicht an (Fig. 7), während sich die anderen beiden falzförmig an dem hinteren Kopfende ansetzen. Die drei Fäden entsprechen offenbar den drei von E. Ballowitz bei den Coleopteren beschriebenen, der Randfaser, der Mittelfaser und der Saumfaser, welche letztgenannte auch hier die gekräuselte ist.

Gerne hätte ich diese Darstellung der Spermien der Insekten weiter geführt und im ganzen auch das Studium derselben in grösserem Umfang fortgesetzt. Ich fand aber allmählich, dass mein eigentliches Ziel, die *phylogenetischen Entwicklungsstufen* derselben — die Ausbildung der hoch differenzierten aus primitiven Typen — zu eruieren, kaum zu erreichen war. Das Gebiet ist übrigens so kolossal, und die Untersuchungen, und zwar nicht am wenigsten die Einsammlung von passendem Material, erfordern so viel Zeit, dass ich von der weiteren Fortsetzung abstehen musste, da mir andere Arbeitziele mehr versprechend erschienen. Persönlich ist mir jedoch dies Studium von Interesse gewesen, und ich meine auch, dass es nicht ganz ohne Wert ist, die dabei gewonnenen Befunde hier mitzuteilen, da sie in einigen Beziehungen die grundlegenden Arbeiten von E. Ballowitz und auch von K. Ballowitz bestätigen und komplettieren.

Sicherlich ist für diejenigen Forscher, welche Zeit und Gelegenheit haben, auf diesem Gebiete umfassende Untersuchungen durchzuführen, noch viel Interessantes zu gewinnen.

In der obigen, kurz gefassten Darstellung habe ich über meine Befunde hinsichtlich der Bewegungserscheinungen und der Spermiophoren und Spermiozeugmen keine Mitteilungen gemacht, weil ich zu dem bisher schon bekannten nichts wesentliches hinzuzufügen habe, obwohl diese interessanten Phänomene oft meine Aufmerksamkeit gefesselt haben.

Aus der ganzen Darstellung unserer Kenntnisse von den Formen und der Organisation der Spermien der Insekten dürfte indessen hervorgehen, dass sich trotz der vielen Variationen gewisse gemeinsame Charaktere bei ihnen vorfinden. Bei allen oben beschriebenen Formen kann man an ihnen, auch im reifen Stadium, einen distinkt abgetrennten, aus dem Zellenkern direkt stammenden *Kopf,* welcher fast immer sehr in die Länge ausgezogen ist, und einen *Schwanz* unterscheiden. Dagegen sucht man vergebens nach einem Vertreter des *Nebenkern-* oder Mitochondrienorgans, und im ganzen eines Verbindungsstückes. Der Schwanz ist fast immer ein langer Faden, welcher aus drei bis vier verschiedenen Fasern zusammengesetzt ist, die, wie E. Ballowitz schon längst zeigte, z. T. aus noch feineren Fasern oder Fibrillen bestehen und bald einander parallel verlaufen, bald umeinander spiralig oder auch an einer Seite wellenförmig oder gekräuselt angeordnet sind.

Was das Vorkommen von *Centralkörpern* betrifft, habe ich bei Repräsentanten der verschiedenen Ordnungen der Insekten Gebilde angetroffen, welche als solche Organe aufzufassen sein dürften. Sie ähneln sowohl ihrer Lage als ihrer Gestaltung nach diesen Körpern anderer Tierspermien in hohem Grade. Mit voller Sicherheit lässt sich aber diese Frage erst durch das eingehende Studium der Spermiogenese entscheiden. Aber auch ein extensives Studium der Spermienformen der gesamten Insektenordnungen ist in dieser Beziehung wünschenswert.

Bisjetzt sind eigentlich nur die Spermien der Ordnung der Coleopteren in etwas umfassenderer Weise untersucht worden, indem durch die Arbeit von E. Ballowitz aus dem J. 1890 nicht weniger als 101 Arten aus den verschiedensten Familien und Genera dieser Tiere studiert worden sind. Aus den übrigen Ordnungen sind durch die Untersuchungen von K. Ballowitz und mir eine Anzahl von Repräsentanten studiert; diese Anzahl ist aber noch zu gering, um aus den bei ihnen gemachten Befunden allgemein geltende Schlüsse zu ziehen. Man muss deshalb neue umfassende Untersuchungen abwarten, um solche Schlüsse zu machen. Es bleibt demnach noch ein grosses Gebiet für kommende Forschungen offen. Und dabei muss ganz besonders auch die Spermienentwicklung, die Spermiogenese, in ihren verschiedenen Stadien berücksichtigt werden. Auf diesem Gebiete liegen schon einige ausgezeichnete Untersuchungen von dem Meister in dieser Forschung, Fr. Meves, teilweise in Verbindung mit seinen Schülern, vor. Diese musterhaften Arbeiten locken zu weiteren, umfassenden Untersuchungen. Leider sind

aber gerade solche Untersuchungen zeitraubend und schwer und erfordern eine grosse Übung und Erfahrung. Auch von einigen amerikanischen Biologen, v. a. von E. B. Wilson und E. L. Mark und ihren Schülern sind in neuerer Zeit gewisse Probleme der früheren Stadien der Spermiogenese bei den Insekten mit besonderem Erfolg in Angriff genommen. Es ist zu hoffen, dass diese Forschungen nicht nur intensiv und bei einzelnen Insektenarten, sondern auch möglichst extensiv, bei den verschiedensten Vertretern der Ordnungen des Insektenreichs, fortgesetzt werden, sowie dass nicht nur die ersten Stadien der Spermiogenese der Gegenstand dieser Untersuchungen werden, sondern dass auch die weiteren Stufen der Entwicklungsreihe, bis zu dem reifen Stadium der Spermien, in eingehender Weise aufgeklärt werden. Dies kann aber nicht von einzelnen Forschern ausgeführt werden, sondern nur durch die vereinigten Kräfte einer ganzen Reihe von geschickten und kritisch arbeitenden, hingebenden Forschern geschehen.

Schliesslich bitte ich hier noch meinem Freund Herrn Intendanten am Naturhist. Reichsmuseum in Stockholm Professor Yngve Sjöstedt, welcher mir mit der Bestimmung mehrerer der von mir untersuchten Insekten geholfen hat, meinen verbindlichen Dank auszusprechen. Die übrigen Insekten wurden, wie oben erwähnt, für meine Rechnung durch den Herrn Lic. der Phil. Mjöberg eingesammelt und bestimmt, wofür ich ihm herzlich danke.

3.

Die Spermien von Aurelia aurita (L.).

Taf. XXIV, Fig. 1—13.

Im XI. Bande dieses Werkes [1]) habe ich Spermien von *Cyanea capillata* beschrieben und in Bildern dargestellt.

Hier werde ich nun zum Vergleich die Spermien von Aurelia aurita schildern und darstellen.

In seiner Abhandlung über Evertebraten-Spermien v. J. 1894 hat E. Ballowitz [2]) die Spermien dieses Tieres in folgender Weise beschrieben: »Bei Aurelia ist der Kopf kurz, cylindrisch und spitzt sich nach vorne hin allmählich kegelförmig zu; seinem vorderen Ende sitzt eine feine, sehr deutliche, relativ lange Spitze auf, die bisweilen umgebogen ist: das Spitzenstück. An das hintere, quer abgeschnittene Kopfende schliesst sich ein fast kugeliger Körper an, der meist dieselbe Breite hat, wie der Kopf, bisweilen aber auch etwas breiter erscheint . . . Ohne Zweifel handelt es sich in dem hinteren Abschnitte um ein Verbindungsstück.» Durch Maceration zerlegt sich nach ihm der Axenfaden in Fibrillen. An Schwänzen, von welchen der Kopf abgefallen ist, erscheint ein sehr deutliches Endknöpfchen.

Dieser Beschreibung von Ballowitz kann ich auch beitreten, ich habe aber eine nicht unwichtige Sache hinzuzufügen. Wie Ballowitz ebenfalls hervorhebt, ist die Verschiedenheit zwischen den Spermien von Cyanea und Aurelia nicht gering, und zwar nicht nur hinsichtlich der Gestalt des Kopfes, die bei denen von Cyanea weit mehr in die Länge gezogen und schmäler ist, wie Ballowitz betont, sondern auch andere Bauverhältnisse darbietet. Es zeigt sich nämlich, dass der von Ballowitz erwähnte, am hinteren Kopfende befindliche »fast kugelige Körper» nach der Osmium-Rosanilin-Behandlung, in eine mehr homogene, stark gefärbte Masse eingebettet, einige kugelige Körner enthält (Fig. 1—8), welche sich weniger färben lassen und deshalb als helle Körner hervorschimmern. Zuweilen ist die sie einbettende und zusammenhaltende Masse nur gering, so dass diese Körner nicht nur ziemlich frei hervortreten (Fig. 9), sondern sogar gezählt werden können (Fig. 10) und sich dann als 5 erweisen; ob diese Zahl konstant ist, konnte ich aber nicht entscheiden, da die Körner meistens mehr oder weniger von der erwähnten Masse umgeben und in sie eingebettet sind. Jedenfalls ähnelt der Körper in einem so hohen Grade dem von mir beschriebenen *Nebenkernorgan*, wie es bei so vielen anderen Evertebraten, v. a. aber bei anderen Coelenteraten und bei Echinodermen vorkommt, dass ich mich berechtigt ansehe, es auch bei Aurelia als solches Organ zu betrachten. Wie es gewöhnlich der Fall ist, umgibt das Organ auch hier die Ansatzstelle des vorderen Schwanzendes an dem hinteren Kopfumfang und zeigt, wie die Figuren angeben, eine etwas wechselnde, nicht nur eine kugelige, Gestalt und auch eine wechselnde Grösse.

Auch die Gestalt des Kopfes selbst wechselt, indem sie bald mehr breit-oval (Fig. 4, 7, 8) oder sogar kugelig (Fig. 9), bald mehr elliptisch oder länglich oval (Fig. 1, 2, 5, 6) erscheint. Meistens ist der Kopf an seinem vorderen Ende mehr oder weniger spitz auslaufend (Fig. 1—6, 8), ohne dass man hier ein sicher abgesetztes Spitzenstück wahrzunehmen vermag. Zuweilen, wie in Fig. 6, glaubt man ein solches Stück zu sehen; in den meisten Fällen geht aber der Kopf ohne bestimmte Grenze in das spitze Ende über, so dass es mehr aussieht, als ob eine den Kopf eng umschliessende Hülle in dieser Weise hinausgezogen wäre und die eigentliche Spitze des

---

[1]) Gustaf Retzius, *Zur Kenntnis der Spermien der Evertebraten* I, Biolog. Unters. Band XI, Taf. XIII, Fig. 1—13, 1904.

[2]) Emil Ballowitz, *Bemerkungen zu der Arbeit von* Dr. Karl Ballowitz etc. Internat. Monatschr. f. Anat. u. Phys. 1894. Bd. XI.

teilweise hinausgezogenen Kopfes bilde. Zuweilen fehlt aber auch diese Spitze (Fig. 7, 9). Hin und wieder bemerkt man an der Seitenpartie des Kopfes einen faserähnlichen Streifen (Fig. 3), welcher an den bei den Spermien von Cyanea von mir beschriebenen, noch weit stärker ausgebildeten, offenbar der Kopfhülle angehörigen Faden erinnert.

Der *Schwanz* ist, wie bei den Spermien von Cyanea, auch bei denen von Aurelia nicht besonders lang und bildet einen ziemlich schmalen Faden, an dessen hinterem, nur wenig verdünntem Ende kein abgesetztes Endstück wahrzunehmen ist. Das vordere Schwanzende ist, wie erwähnt, vom Nebenkörperorgan umgeben; wenn aber dies Organ entfernt worden ist, sieht man an der Ansatzstelle des Schwanzes am Kopf das von Ballowitz beschriebene Endknöpfchen, welches offenbar das Centralkörper-Körnchen (Fig. 13) ist; hinter diesem Körnchen sah ich dann noch einen kleinen Ring (Fig. 12, 13), der wohl auch dem Centralkörperorgan angehört. Schliesslich ist noch zu bemerken, dass an manchen dieser Spermien am vorderen Teil des Schwanzes ein heller Anhang vorkommt, welcher vom Nebenkörperorgan nach hinten hin eine Strecke ragt (Fig. 3, 6, 8) und dann zuweilen auch als eine rohrförmige Hülle erscheint (Fig. 4).

4.

Die Spermien der Nereiden.

Taf. XXIV, Fig. 14—24.

In der Darstellung der Spermien der Polychäten, welche ich im J. 1904 veröffenlichte[1]), erwähnte ich, dass ich bei Nereiden nur ein einziges Mal reife Spermien angetroffen hatte. Es geschah dies bei einem Exemplar von *Nereis diversicolor*, und zwar im August 1902 in dem Bodensande eines Meerbusens in der Nähe der Zoolog. Station zu Kristineberg an der Westküste Schwedens. Leider habe ich von den Spermien dieses Tieres nur ein einziges Präparat aufbewahrt; ich war dann mit anderen Untersuchungen stark beschäftigt und meinte leicht von neuem von solchen Tieren, welche in dem fraglichen Meerbusen massenhaft vorkommen, Spermien bekommen zu können. Bei bald danach erneuerten Versuchen gelang es mir aber nicht, ein einziges Exemplar mit reifen Spermien zu erhalten; alle enthielten nur unreife. Ich liess dann während eines ganzen Jahres in jedem Monat mir eine Sendung von diesen Würmern, welche man in geeigneten Gefässen, auch ohne Umtausch des Wassers, lange lebend erhalten kann, zuschicken. Niemals traf ich in ihnen reife, sondern stets nur unreife Spermien. Hierdurch, wie auch durch meine während der folgenden Jahre hin und wieder fortgesetzten Versuche, wurde es klar, dass diese Nereisart, wie die übrigen Nereiden, epitok ist. Ich suchte auch, in dem den fraglichen Busen umgebenden Meerwasser freischwimmende solche Nereiden einzufangen, konnte aber nie eine Nereis diversicolor mit reifen Spermien finden. Das von mir im Aug. 1902 angetroffene Exemplar muss also ein Tier gewesen sein, welches ganz ausnahmsweise an seinem früheren Wohnort geblieben war.

Auch bei den übrigen Nereiden der Umgegend fand ich während der Sommermonate keine reifen Spermien. Infolgedessen habe ich die nähere Erforschung der Spermien der Nereiden bis auf weiteres aufschieben müssen. Diese Erforschung war aber besonders deshalb verlockend, weil die in dem genannten Exemplar von Nereis diversicolor gefundenen Spermien in mehrfacher Beziehung sehr eigentümlich waren. Ich habe das Präparat von diesen Spermien, welche in demselben in Menge vertreten sind, sorgfältig aufbewahrt und auch schon längst von ihnen Abbildungen machen lassen, die ich jedoch nicht veröffentlichen wollte, bevor es mir vergönnt war, neues Material zu erhalten, an dem ich Kontrolluntersuchungen mittelst anderer Präpariermethoden ausführen konnte.

Neulich erhielt ich nun von dem Vorsteher der Zoologischen Station Lic. Hj. Östergren aus zwei Exemplaren von anderen epitoken Nereiden, die frei schwimmend in dem Gullmarfjord in der Umgegend der Station im letzten Frühjahr eingefangen waren und welche mit Sperma gepfropft waren, das nötige Material zur Untersuchung. Zwar war zur Konservierung der Tiere Formolspiritus angewandt, so dass ich nicht die Osmium-Rosanilinmethode anwenden konnte, und es sich schwieriger zeigte, aus dem zusammengebackten Sperma die Spermien zu isolieren. Es gelang aber dies hier und da recht gut, und sie nahmen das Rosanilin auf. In dieser Weise wurden anwendbare Präparate erhalten. Ich werde nun zuerst die Spermien dieser Nereide beschreiben und dann diejenigen aus meinem alten Präparate von Nereis diversicolor darstellen.

a. **Nereis pelagica** L.

(Taf. XXIV, Fig. 14—16.)

Diese Spermien gehören zu demselben Typus, welcher die meisten Polychäten-Spermien charakterisiert und von mir bei verschiedenen Repräsentanten dieser Ordnung nachgewiesen worden ist. Man erkennt an ihnen (Fig. 14 und 15) einen ovalen *Kopf*, welcher im ganzen von auffallend geringer Grösse, weit kleiner als z. B. bei den Spermien von Nephthys, Glycera, Glycinde, Brada, Ophiodromus etc., dagegen wenig kleiner als bei denen von Lepidonotus und Sabellaria ist, ferner ein *Nebenkörperorgan* aus vier ziemlich kleinen kugeligen Körnern und einem *Schwanzfaden*, der eine ziemlich geringe Länge hat und hinten in ein verhältnismässig langes, scharf ab-

[1]) Gustaf Retzius, *Zur Kenntnis der Spermien der Evertebraten I*, Biolog. Untersuchungen, N. F., Band XI, 1, 1904. S. 5.

gesetztes *Endstück* ausläuft. Am vorderen Ende des Kopfes findet sich ein relativ langes, fein nadelförmiges *Spitzenstück*, welches mittelst eines abgeplatteten Fussstückes am vorderen Kopfende befestigt ist. In den Präparaten liess sich nicht sicher entscheiden, ob das Spitzenstück sich in die Substanz des Kopfes tiefer einsenkt. Nach Behandlung mit Zenker-Heidenhain erscheint das Spitzenstück hell, der Kopf und die vier hinter ihm liegenden Körner dunkel (Fig. 16). In der Ansicht von der Seite lassen sich natürlich nur 2 oder höchstens drei von diesen Körnern wahrnehmen; von hinten her sieht man alle vier.

Die Spermien dieser Nereide zeichnen sich also, wie schon oben angedeutet wurde, nur durch die geringe Grösse ihres Kopfes und Schwanzes und durch die relative Länge ihres Spitzen- und Endstückes aus. Im übrigen sind sie denjenigen der verwandten Polychäten ähnlich.

b. **Nereis diversicolor** O. F. Müll.

(Taf. XXIV, Fig. 17—24.)

Wie oben angeführt wurde, erhielt ich einmal im J. 1902 (Aug.) von einem Exemplar von Nereis diversicolor, welches noch im Sande eines Meerbusens des Gullmarfjorden geblieben war, reife Spermien in Menge. Leider wurde aber nur ein einziges Präparat davon aufbewahrt, welches aber zahlreiche Spermien enthält. Dieses Präparat wurde nach Zenker-Heidenhain behandelt. Ich habe also keine Spermien mit Osmium-Rosanilin-Kaliacetat zu beschreiben. Die mit Zenker-Heidenhain behandelten Spermien sind nun in zweifacher Beziehung recht eigentümlich. Erstens sieht man an ihnen nur sehr schwache Spuren, oft sogar nichts, von den Körnern des Nebenkernorgans (Fig. 18—24). Zweitens nimmt man im Innern des Kopfes einen dünnen dunklen Stab wahr, welcher in der Mittenaxe desselben liegt. Hierdurch unterscheiden sich diese Spermien so wesentlich von denen der Polychäten im allgemeinen, dass ich bisher zweifelhaft war, ob ich die fraglichen Befunde veröffentlichen solle. Da ich aber bei wiederholt erneuerter Untersuchung des Präparates immer dieselben Verhältnisse wahrnahm, habe ich mich nun entschlossen, einige Abbildungen dieser Spermien zu veröffentlichen (Fig. 19—24). Zugleich habe ich vom Präparate einen Teil abgetrennt, den Canadabalsam gelöst und die hier befindlichen Spermien mit Rosanilin und Kaliacetat behandelt. Es zeigte sich nun, dass an manchen dieser Spermien am hinteren Umfang des Kopfes eine körnige Schale vorhanden war. In den Fig. 17 und 18 sind zwei solche Spermien wiedergegeben. Dass das Nebenkernorgan durch die Behandlung mit Zenker in irgendwelcher Weise gelitten hat, ist offenbar, denn es zeigt so verschiedene Bauverhältnisse, dass keine eigentliche Norm vorliegt. Bald sieht man 4—5 Körner in eine hellere Substanz eingebettet, bald erkennt man in dieser Substanz keine deutlichen Körner. Es ist wohl anzunehmen, dass auch bei Nereis diversicolor, wie bei Nereis pelagica und bei allen anderen Polychäten, im normalen Zustande vier distinkte Körner vorhanden sind, obwohl sie durch die Präparation verändert und verwischt werden können. In den in Canadabalsam eingeschlossenen Spermien wird aber dies Nebenkernorgan sehr undeutlich.

Der *Kopf* aller dieser Spermien ist mehr oder weniger kugelig, oft von vorn nach hinten etwas abgeplattet; seine Grösse wechselt; in der Regel ist er aber grösser als bei Nereis pelagica. An seinem vorderen Umfang bemerkt man eine rundliche, dunkler gefärbte Platte, von deren Mitte ein schmales, oft stäbchenförmiges, aber zusammen mit der Platte konisch gestaltetes *Spitzenstück* hervorragt. Das Stäbchen endet aber hinten nicht in der Platte, sondern man nimmt nun auch wahr, dass es sich durch die Kopfsubstanz hindurch nach dem hinteren Umfang des Kopfes fortsetzt. Es sieht sogar oft aus, als ob dieses Stäbchen bis zum hinteren Ende des Kopfes reiche. Bald verläuft es in der Mittenaxe des Kopfes gerade (Fig. 19, 20), bald biegt es sich etwas nach der einen Seite hin (Fig. 21, 23). Es sieht auch oft so aus, als ob dieses Stäbchen mit dem Anfang des Schwanzes zusammenhinge, was aber offenbar nur irrig sein muss. So weit ich nun diese Verhältnisse zu deuten vermag, muss ich annehmen, dass sich das Stäbchen des Spitzenstückes von vorn her sehr tief in die Substanz des Kopfes eingesenkt hat. Ein Einwachsen des Spitzenstückes in die Kopfsubstanz ist schon früher von mir bei Spermien anderer Tiere beschrieben worden, obwohl ich ein so tiefes, so weit nach hinten ragendes Stäbchen des Spitzenstückes nie vorher wahrgenommen habe. Jedenfalls ist dies sehr eigentümlich. An den aus dem Canadabalsam ausgelösten, in Rosanilin-Kaliacetat aufbewahrten Spermien sieht man noch recht deutlich das beschriebene Stäbchen in der Axe des Kopfes (Fig. 17, 18). Eine andere Deutung der Befunde als die hier oben gegebene kann ich bis auf weiteres nicht finden. Jedenfalls wäre es von Interesse, neues Material von reifen Spermien dieses Tieres zur Kontrolle und zur Behandlung nach anderen Methoden zu erhalten.

Der *Schwanz* ist dünn, fadenförmig, von ungefähr derselben Länge wie bei Nereis pelagica. Das *Endstück* fand ich aber kürzer, etwa nur halb so lang als bei jenem Tiere.

5.

Die Spermien der Cestoden und der Trematoden.

A. Die Spermien der Cestoden.

Über die Spermien der Cestoden liegen meines Wissens keine eingehenden Untersuchungen vor. Nur hier und da kommen in der Fachlitteratur Angaben vor, nach welchen diese Spermien fadenförmig sein sollen. Da es mir von Interesse erschien, zum Vergleich mit den Spermien anderer Würmer auch die der Cestoden und der Trematoden zu studieren, lag es mir ob, ein möglichst geeignetes Material davon zu erhalten. Durch die gütige Beihülfe des Herrn Docent Dr. Teodor Odhner bekam ich im Juli 1907 den Cestoden *Tetrarhynchus tetrabothrius* P. J. Van Ben., welcher im Darmkanal von Spinax Acanthias lebt; ferner untersuchte ich den *Tetrarhynchus erinaceus* P. J. Van Ben., der im Darmkanal von Raja clavata sehr oft zu finden ist; Dr. Odhner verschaffte mir auch den Trematoden *Hemiurus communis* Odhner, der im Magen von Gadus callarias lebt. Ferner erhielt ich im Aug. 1908 von Lic. Hj. Östergren den in den Gallengängen von Chimaera monstrosa parasitisierenden Trematoden *Amphiptyches urna* und den in den Gallengängen von Raja clavata lebenden *Stichocotyle nephropis*.

a. Tetrarhynchus tetrabothrius P. J. Van Ben.

(Taf. XXV, Fig. 1—2.)

Die reifen Spermien dieses Tieres sind in der Tat fadenförmig und sehr lang. Die Fig. 1 gibt ein ganzes solches Spermium bei Zeiss' Apochr. Hom. Imm. 2 mm., Ap. 1,30 und Komp. Okul. 12, 3 mal linear vergrössert, wieder. Dieser Faden verdünnt sich an beiden Enden stark und läuft sehr spitz aus. Durch die Untersuchung der reifen Spermien lässt sich kaum entscheiden, welches von diesen Enden das vordere, dem »Kopfe» entsprechende ist. Ich versuchte deshalb, durch das Studium der unreifen Exemplare diese Frage, d. h. die Lage des Kernorgans, zu eruieren, aber ohne zum Abschluss zu kommen. Nur durch ein eingehendes Studium der Spermiogenese lässt sich dies entscheiden. Bis auf weiteres nehme ich nun an, dass das Ende, welches mit dem spitzesten Fortsatz versehen ist (links oben in der Fig. 1), das vordere Ende ist. Wie man sieht, ist dieses Ende nadelförmig fein zugespitzt und setzt sich hinten ziemlich scharf ab. Hinter diesem feinen Fortsatz tritt eine Zusammensetzung des Spermiumfadens aus zwei gleich dicken, einander parallel verlaufenden Fäden auf, und dieser Bau setzt sich dann bis zum hinteren Ende fort, indem nur ein schmaler heller Zwischenraum zwischen ihnen sichtbar ist. Die beiden Fäden werden zuerst eine Strecke allmählich dicker, um sich dann wieder zu verdünnen, und zwar bis ans hintere Ende. Hierbei kreuzen sie einander in ziemlich langen Intervallen; in dieser Weise winden sie sich spiralig umeinander mit sehr ausgedehnten Windungsturen, die jedoch gegen das hintere Ende zu etwas dichter werden.

Dies ist der einzige Bau, den ich an den reifen Spermien dieses Cestoden, auch bei der stärksten Vergrösserung, wahrnehmen konnte. Bei den noch nicht reifen kam noch dazu, dass hier und da, und zwar in recht wechselnder Menge, helle ovale Substanztropfen von glänzendem Aussehen an, und v. a. zwischen, den beiden Fäden zu sehen waren (Fig. 2). Offenbar sind die Fäden von einer spärlichen hellen Protoplasmasubstanz umgeben und mittelst derselben mit einander vereinigt; in dieser Substanz liegen bei den unreifen Spermien die genannten Tropfen, welche wohl als eine Art Nährsubstanz aufzufassen sind und den bei verschiedenen anderen Tieren, z. B. bei den Insekten, an den sich entwickelnden Spermien zahlreich vorkommenden entsprechen.

Tetrarhynchus erinaceus P. J. Van Ben.

(Taf. XXV, Fig. 3.)

Eine im unteren Teil des Darmkanales von Raja clavata lebende Cestode, deren Spermien ich untersuchte, bot mir eine Spermienform dar, welche dem eben beschriebenen Typus nahe steht. Die Fig. 3 gibt ein solches Spermium wieder. Man hat auch hier die lange, fadenförmige Gestalt mit der feinen Zuspitzung an beiden Enden; keine Abteilung in besonderen Partien; aus der Gestalt des Fadens lässt sich keine Zusammensetzung aus Kopf und Schwanz ermitteln. In der Nähe des einen Endes (oben) schwillt der Faden etwas an, indem an ihm eine helle Substanz auftritt, welche ihm seitlich anliegt; in derselben bemerkt man keine Struktur, und an dem Faden selbst sieht man erst gegen das andere (hintere?) Ende hin eine Zusammensetzung aus zwei Fasern, von denen die eine gerade verläuft und die andere sich spiralig um jene windet, und zwar in viel engeren Windungen als an den Spermien von Tetrarhynchus. Wie weit sich diese Spiralfaser nach dem (vorderen) Ende hin erstreckt, ist unmöglich sicher zu bestimmen; sie beginnt nämlich ganz allmählich und sehr dünn.

Aus dieser Darstellung geht hervor, dass auch an diesen Spermien eine Einteilung in Kopf und Schwanz durch das Studium der reifen Spermien nicht möglich ist; nur die genaue Untersuchung der Spermiogenese wird die Organisation derselben erläutern können.

B. Die Spermien der Trematoden.

a. Amphiptyches urna.

(Taf. XXV, Fig. 4—5.)

Diese Spermien zeigen eine Gestalt, welche dem Typus derjenigen der Cestoden sehr ähnlich ist. Sie stellen nämlich lange, fadenförmige Gebilde dar, welche an beiden Enden fein zugespitzt auslaufen. Die Fig. 4 stellt ein unbeschädigtes Exemplar dar. Man sieht hier den oberen (vorderen?), spitz auslaufenden feinen hellen Faden, welcher von dem dunkel gefärbten, langen, etwas breiteren Spermienfaden deutlich abgesetzt ist. An dem langen breiteren Faden sieht man sehr deutlich die Zusammensetzung aus zwei gleich dicken Fasern, welche durch einen helleren schmalen Zwischenraum getrennt sind; diese beiden Fasern legen sich allmählich dichter aneinander, so dass man oft zuletzt die Zusammensetzung aus zwei Fasern kaum wahrnehmen kann. Durch die Präparation lassen sie sich aber streckenweise voneinander trennen (Fig. 5), und dann erkennt man auch, dass die sie verbindende Substanz eine undeutlich feinfaserige Masse bildet. Die beiden Fasern lassen sich bis zum Anfang des feinen Spitzenfortsatzes verfolgen. Am entgegengesetzten Ende kann man aber die beiden verdünnten Fasern fast bis zur äussersten Spitze nachweisen.

Auch bei diesen Spermien lässt sich im reifen Zustande keine Einteilung in Kopf und Schwanz dartun.

b. Hemiurus communis Odhner.

(Taf. XXV, Fig. 6.)

Die Spermien von Hemiurus bieten eine Form dar, welche derjenigen der Spermien von Amphiptyches sehr ähnlich ist. Sie sind nämlich lang und schmal, fadenförmig, an beiden Enden etwas zugespitzt und bestehen aus zwei einander parallel verlaufenden, durch einen schmalen, hellen Zwischenraum getrennten, gleich dicken Fasern. Durch die Präparation lassen sich diese Fasern voneinander trennen, und dann erscheint eine dritte hellere Faser, welche den hellen Zwischenraum einnimmt. Auch scheint es, als ob die beiden dunkleren Fasern sich in wenigstens zwei Fibrillen zerteilen liessen. Eine weitere Organisation konnte ich nicht nachweisen.

Da die Spermien von *Stichocotyle nephropis* denselben Typus wie die der hier schon beschriebenen Trematoden zeigten, fand ich es nicht nötig, eine Darstellung derselben zu geben.

6.

Die Spermien der Chaetognathen.

Sagitta bipunctata Quoi & Gaimard.

(Taf. XXVI.)

Über die Spermien der im zoolog. Systeme so isoliert stehenden Chaetognathen liegen meines Wissens wenige Angaben vor. In seiner berühmten Arbeit über diese Tiergruppe bespricht sie Oscar Hertwig [1]) ganz kurz. »Die reifen Spermien», sagt er, »deren Histogenese ich nicht näher untersucht habe, sind lange, feine Fäden. Bei den gewöhnlichen Sagittenarten sind dieselben homogen, bei der Spadella cephaloptera dagegen sahen sie quergestreift aus, als ob sie aus quadratischen Stückchen zweier das Licht verschieden brechender Substanzen zusammengesetzt seien.» In den beiden Schwanzsäckchen trifft man in einer beständig und gleichmässig circulierenden Bewegung bald kuglige, bald ovale Haufen kleiner Bildungszellen, Zellenhaufen, an denen die Spermienfäden sich zu differenzieren beginnen, Bündel von Fäden mit zahlreichen kleinen Kernen an ihrem einen Ende, reife Spermien, an. Von dem nach vorn hin liegenden Keimlager lösen sich, zu Gruppen verbunden, die noch unreifen Bildungszellen der Spermien zeitweise ab und geraten in das linke oder rechte Fach des Schwanzsegmentes, wo sie dann in der erwähnten Bewegung weiter ausgebildet werden. Hertwig gibt eine kleine Figur einer Spadellaspermie mit angedeuteter Querstreifung.

In seiner umfassenden Monographie über die Chaetognathen bespricht Grassi [2]) auch die Spermien und ihre Genese. Die reifen Spermien sind haarförmig und sehr fein; ihre Länge variiert aber bei den verschiedenen Arten; bei einigen sind sie quergestreift. Ein wirklicher Kopf fehlt. Bei Sagitta Claparèdi (Spadella cephaloptera), deren Spermien Grassi abbildet, sieht man an dem einen Ende derselben einen Absatz mit einem dünnen Ausläufer. Im unreifen Zustande hängt an dem einen Ende der Spermien ein kleiner runder oder ovaler Kern.

Ich hatte bisher nur Gelegenheit, die Spermien von Sagitta zu untersuchen. Im August fand ich solche meistenteils im reifen Zustande bei jedem Tiere; die beiden seitlichen Ausführungsgangssäckchen waren oft strotzend mit solchen Spermien gefüllt, welche schon bei geringem Druck massenhaft austraten und sogleich im umgebenden Meerwasser des Präparates unter dem Mikroskope eine lebhafte Bewegung darboten. Im frischen Zustande konnte man keinen Bau an ihnen wahrnehmen. Sie sahen nur, wie Hertwig sagt, wie lange, feine Fäden aus, welche sich aber an beiden Enden zuspitzen.

Nach der Behandlung mit Osmium, Rosanilin und Kaliacetat gelang es mir aber, an diesen Fäden die Gestalt und auch einen feineren Bau etwas genauer zu bestimmen. Die Fig. 1 stellt ein solches reifes Spermium dar. Es hat eine cylindrische Gestalt, ist in seinem vorderen Teil dicker, läuft aber am vordersten Ende in ein schmales, helles Fädchen, welches eine Art *Spitzenstück* zu bilden scheint, aus. Dies Fädchen ist bald gerade gestreckt, bald seitlich umgebogen, bald auch spiralig gedreht, im allgemeinen ziemlich kurz, zuweilen aber länger und etwas dicker (Fig. 3). Es setzt sich der dickeren Partie des Spermiums seitlich an, was man natürlich nur in der betreffenden Seitenlage des Spermiums sieht. Hierdurch entsteht eine hakenförmige Einbiegung an dieser Stelle. Die dann folgende dicke cylindrische Partie des Spermiums nimmt nach der genannten Behandlung die Rosanilinfarbe ziemlich stark auf; diese Partie setzt sich ohne Unterbrechung direkt in die hintere Partie fort, wird aber dabei nach hinten hin immer schmäler, um in der Nähe des hintersten Endes in ein kurzes, feines

[1]) Oscar Hertwig, *Die Chaetognathen, ihre Anatomie, Systematik und Entwicklungsgeschichte.* Eine Monographie. Jena 1880.

[2]) Battista Grassi, *I Chetognati. Anatomia e sistematica con aggiunte embriologiche.* Fauna und Flora des Golfes von Neapel. V. Monographie. 1883.

spitz endigendes Fädchen überzugehen, welches einer Art *Endstück* zu entsprechen scheint. Die Spermien liegen selten gerade, sondern in der verschiedensten Weise gebogen und gekrümmt; oft sind sie mehr oder weniger spiralig gedreht. Hier und da sieht man in ihnen Fasern, welche in langen wellenförmigen Biegungen laufen. An den reifen Spermien bemerkt man diese Faserbildungen in den hinteren, schmäleren Partien (Fig. 1 und 6). In den beinahe reifen (Fig. 2) sieht man sie auch deutlich in den vorderen, dickeren Partien. Nach geeigneter Maceration im Salzwasser löst sich die einhüllende Masse mehr oder weniger auf, und dann treten die erwähnten Faserbildungen in deutlicher Weise hervor. Bald findet man nur zwei solche Fasern, die durch die ganze Länge des Spermiums reichen, von gleicher Breite sind und nur an den beiden äussersten Enden des Spermiums sich stark verschmälern, so dass man nicht sicher wahrnehmen kann, ob sie wirklich bis in die Spitzen reichen. Die Fig. 4 gibt ein ganzes solches Spermium in schwächerer Vergrösserung — alle die übrigen Figuren der Tafel sind dreimal stärker vergrössert — wieder, an dem man zwei Fasern der ganzen Länge nach verfolgen konnte; teilweise liefen sie einander parallel, wobei zwischen ihnen eine durchsichtige, nur schwach körnige Substanz sichtbar war; stellenweise waren sie voneinander getrennt, aber auch hier sah man nur zwei Fasern; an den beiden Enden liefen sie zusammen, und das Spermium spitzte sich hier zu. Die Fig. 7, welche das »vordere» Ende eines anderen, in ähnlicher Weise macerierten Spermiums zeigt, bietet auch nur zwei Fasern dar, welche nach oben hin zwar voneinander getrennt sind, aber einander ziemlich parallel verlaufen und nach unten hin sich eine Strecke lang von einander stark trennen, um sich dann zu kreuzen; hier sieht man, dass die linke Faser oben (vorn) fein zugespitzt ausläuft, die andere stumpf endigt; eine undeutlich körnige Substanz liegt den Fasern an und verbindet sie grösstenteils miteinander; eine dritte Faser ist auch hier nicht wahrnehmbar.

Und doch gibt es in diesen Spermien mit voller Sicherheit noch eine dritte Faser. Ich habe sie in manchen macerierten Spermien mehr oder weniger deutlich gesehen, hin und wieder so scharf und sicher, dass sie ohne alle Frage vorhanden ist. Sie kann sich aber auch in solchen Fällen einer der anderen beiden Fasern anlegen, oder sich hinter ihr so verbergen, dass sie sich nicht, sogar nicht durch eine nachweisbare Verdickung der fraglichen Faser, kundgibt. In Fig. 3 ist ein solches Spermium in seiner ganzen Länge wiedergegeben. Es ist schwer, sicher anzugeben, welches Ende als das vordere anzusehen ist, wahrscheinlich ist es aber das linke in der Figur. Hinter der ungeteilten feinen Spitze erkennt man zuerst nur zwei Fasern; dann trennt sich von der rechten noch eine dritte, und diese drei lassen sich eine Strecke weit scharf verfolgen, bis wieder zwei von ihnen so zusammentreten, dass eine dritte nicht mehr wahrnehmbar ist. Die Fig. 5 stellt das eine Ende eines anderen Spermiums dar, wo die dritte Faser in einer langen Strecke sehr deutlich vorliegt. Die Fig. 8 bietet noch ein Beispiel eines Spermiums mit drei Fasern dar, von denen sich zwei stellenweise ganz zusammenlegen. In diesen Spermien war die verbindende, undeutlich feinkörnige, fast gelatinöse Substanz grösstenteils verschwunden, wegmaceriert, wodurch eben die Fasern so scharf hervortraten. Unter den drei Fasern war im ganzen kein Unterschied hinsichtlich der Dicke und Färbbarkeit nachzuweisen; zwar konnte zuweilen eine Faser stückweise ein wenig dicker und dunkler erscheinen, dies erwies sich aber als zufällig oder nur als scheinbar. Die Fasern sind nicht körnig oder gestreift, zeigen im ganzen keine weitere Struktur und sind von etwas steifem Aussehen, können aber in den Präparaten in verschiedenen Biegungen und Schleifen vorliegen. Es sind offenbar diese Fasern, welche in den unmacerierten reifen Spermien (Fig. 1 und 2, Fig. 6) teilweise hervorschimmern und hier lang ausgezogene Windungen darbieten oder auch mehr gestreckt verlaufend sichtbar sind, sowie auch dieselben Fasern, welche in den unreifen Spermien in der verschiedensten Weise, in Schleifen und Biegungen ziehend, wahrgenommen werden. Besonders in den vorderen, dickeren Partien der unreifen Spermien erkennt man solche Faserbildungen mehr oder weniger deutlich und scharf hervortretend. Die Fig. 9 stellt das vordere Ende eines solchen dicken, unreifen Spermiums dar, welches dicht hinter dem vorderen feinen Faden eine gewundene Partie bildet, in welcher die Fasern nur undeutlich sichtbar sind; hinter diesem Wirbel sieht man aber zwei sich windende und kreuzende Fasern in der heller gefärbten Substanz nach hinten hin verlaufen. Dieser Bau setzte sich dann in gleicher Weise nach hinten hin weiter fort; in der Fig. 9 wurde aber nur dieses vordere Stück des Spermiums wiedergegeben. In den hintersten Partien dieser unreifen Spermien verlaufen aber die Fasern weniger gewunden, mehr gerade; hier und da bilden sie dabei oft rundliche Schlingen (Fig. 12), deren Maschen von einer hellen, homogenen oder feinkörnigen Substanz ausgefüllt sind, oder auch liegen in ihnen hier und da glänzende ovale Körner (Fig. 11), welche bei dem Reifungsprozess allmählich verbraucht werden.

7.

Weiteres zur Kenntnis der Spermien der Bryozoen.

Taf. XXIV, Fig. 25—31.

In drei früheren Mitteilungen habe ich schon Beiträge zur Kenntnis der Spermien von Bryozoen geliefert, im J. 1904 derjenigen von *Alcyonidium* [1]), im J. 1905 von *Flustra* [2]) und im J. 1906 von *Alcyonella* und *Triticella* [3]). Die früheren Angaben und Untersuchungen über die Spermien der Bryozoen, nämlich die von Kraepelin und Braem, betrafen die Süsswasserformen, die der Meeresbryozoen waren, so weit ich gefunden hatte, nicht näher studiert. Die von mir untersuchten Spermien von Alcyonidium und Flustra gehörten zu einem gemeinsamen Typus, welcher von dem der Alcyonella recht stark abwich. Was die Spermien von Triticella betrifft, so schienen sie mir von allen den anderen verschieden gebaut zu sein, indem sie denen mehrerer Gastropoden, mit deren Untersuchung ich zu gleicher Zeit beschäftigt war, nicht unähnlich waren. Nun hat neulich Braem [4]) darauf hingewiesen, dass ich die betreffenden Partien bei Triticella nicht richtig gedeutet habe. Da die Spermien der von Braem auch hinsichtlich der Entwicklung genau untersuchten Paludicella denen von der nahe verwandten Triticella sehr ähnlich sind, so kam er nach erneuerter Untersuchung zu dem Ergebnis, dass ich an den Spermien des letzteren Tieres in der Tat die vordere und hintere Partie verwechselt hatte. Als ich nun die Sache näher besichtigte, fand ich sogleich, dass Braem offenbar recht hat. Hierdurch erklären sich auch in erfreulicher Weise die Differenzen zwischen den Spermien der Triticella und der anderen Bryozoen des Meeres (Alcyonidium und Flustra). Leider finde ich in meinen Präparaten keine solchen Entwicklungsstadien von Triticella, welche die Deutung bestätigen können, aber schon die allgemeine Beschaffenheit der reifen Spermien weist deutlich darauf hin, dass die Ansicht von Braem richtig sein muss.

Ich hätte gerne die Spermien von verschiedenen anderen Bryozoen sowohl des Meeres als des Süsswassers untersucht, konnte aber bisher nicht das nötige Material erhalten. Von einem Bryozo aus dem Meere an der schwedischen Westküste habe ich jedoch die Spermien bekommen, nämlich von *Scrupocellaria reptans* und werde sie deshalb hier beschreiben.

Scrupocellaria reptans (L.).

(Taf. XXIV, Fig. 25—31.)

Die Familie Cellulariidae, zu welcher Scrupocellaria gehört, steht der Familie Flustridae recht nahe, indem beide zum Tribus Chilostomata gerechnet sind. Es ist demnach natürlich, dass ihre Spermien einander ähnlich sind und einen nahe übereinstimmenden Bau darbieten. Wie an den Spermien von Flustra foliacea (Biolog. Unters., N. F., Band XII, 9, Taf. XI, Fig. 35), kann man an denen von Scrupocellaria einen nicht besonders langen, ausgezogen konischen, vorn spitz auslaufenden, oft etwas nach der Seite gebogenen *Kopf* ohne besonderes Spitzenstück, ein verhältnismässig langes *Verbindungsstück* und ein ganz kurzes, spitz spatelförmiges *Hauptstück* unterscheiden, an dem kein besonderes Endstück wahrzunehmen ist (Fig. 25, 26, 27, 28 der Taf. XXIV). Im hinteren, quer abgestutzten Ende des Kopfes schiesst, wie bei Flustra, ein kleines Stäbchen in die Mittelaxe hinein

---

[1]) Gustaf Retzius, *Zur Kenntnis der Spermien der Evertebraten,* I. Biolog. Unters., N. F., Band XI, 1, Taf. V, 1904.
[2]) Gustaf Retzius, *Zur Kenntnis der Spermien der Evertebraten,* II, Biolog. Unters., N. F., Band XII, 9, Taf. XI, 1905.
[3]) Gustaf Retzius, *Die Spermien der Bryozoen.* Biolog. Unters., N. F., Band XIII, 4, Taf. XV, 1906.
[4]) F. Braem, *Die Spermatozoen von Paludicella und Triticella.* Zoolog. Anzeiger, Band 33, Nr. 11, 1808.

und endet oft etwas knopfförmig; dieses Stäbchen, welches, im Gegensatz zur Kopfsubstanz, die Rosanilinfarbe kräftig empfängt, ist von etwas wechselnder Länge. Hinter dem Kopfe, am Übergang zum Verbindungsstück, bemerkt man ein gewöhnlich schmales, ringförmiges Gebilde, welches sich im optischen Durchschnitt als zwei runde Körner zeigt und offenbar zusammen mit dem erwähnten Stäbchen zum Centralkörperapparat gehört. Im unreifen Zustande ist das ringförmige Gebilde viel dicker (Fig. 26) und erscheint in noch früheren Stadien, wenn der Kopf noch in einem Protoplasmaklumpen, umgebogen, liegt, als ein glänzendes Kissen oder eine bikonvexe Linse (Fig. 31). Dieses Gebilde erinnert ganz und gar an die Bilder, die ich früher bei Alcyonidium (Biolog. Unters., N. F., Band XI, Taf. V, Fig. 5, 8, 9, 10, 11) aus jungen Stadien beschrieben und abgebildet habe.

Das *Verbindungsstück* stellt einen langen, abgeplatteten Strang dar, welcher etwas schmäler als der hintere Umfang des Kopfes ist, aber allmählich nach hinten hin etwas breiter wird, um sich am hintersten Ende wieder etwas zu verschmälern (Fig. 25). Wenn dieser Strang an seiner breiteren Fläche liegt, zeigt er an den beiden Randpartien je einen dickeren, durch Rosanilin stark färbbaren Faden und in der Mittelaxe zwischen ihnen einen hellen, in Rosanilin nur schwach färbbaren Axenfaden. Die beiden Seitenfäden werden nach hinten hin allmählich breiter und verursachen dadurch die vermehrte Breite des Verbindungsstückes in dessen hinteren Partien. In den Seitenfäden konnte ich übrigens keinen feineren Bau nachweisen. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich dagegen, dass der helle Axenfaden aus zwei gleich dicken Fäden besteht. Wie die Fig. 28 dartut, lassen sich durch die Präparation die vier Fäden voneinander trennen. An den Spermien von Flustra und Alcyonidium konnte ich früher nachweisen, dass zwischen den beiden färbbaren Seitenfäden noch ein hellerer Axenfaden liegt. Bei Scrupocellaria gelang es mir nun in vielen Fällen nachzuweisen, dass dieser letztere Faden aus zwei gleich starken Fäden besteht. Wahrscheinlich ist dies auch bei den Spermien der anderen beiden Bryozoen der Fall, obwohl es mir entgangen ist.

Am hintersten Ende des Verbindungsstückes findet sich noch ein ringförmiges Gebilde (Fig. 25, 27), welches sich im optischen Durchschnitt als zwei Körner zeigt. Dies ist offenbar der hintere *Centralkörperring*, welcher gerade angibt, dass das Verbindungsstück bis dahin reicht.

Das *Hauptstück* stellt, wie oben erwähnt, ein schmales, spatelförmiges Stück dar, welches ungefähr dieselbe Länge wie der Kopf hat und sich hinten mehr oder weniger verschmälert, um ziemlich zugespitzt auszulaufen. Es bildet eine Art Säckchen, in welches ein Faden ungefähr halbwegs hinabragt (Fig. 27, 28). Zuweilen legt sich dieser Faden der Sackwand an (Fig. 25). Es scheint, als ob dieser Faden aus dem Verbindungsstück komme und mit dem hellen Axenfaden desselben zusammenhänge. Ein abgesetztes Endstück ist, wie oben bemerkt, nicht vorhanden.

In jungen, unreifen Stadien (Fig. 31) erkennt man, dass der Axenfaden früh angelegt wird und durch den noch nicht weit hinabgestiegenen hinteren Centralkörperring hindurchgeht, um einen noch langen hinteren Schwanzfaden zu bilden; um ihn ist dann der Sack des Hauptstücks noch nicht gebildet, und die seitlichen Randfäden sind nur teilweise angelegt; im vorderen Protoplasmaklumpen, in welchem der Kopf in gebogener Gestalt liegt, sieht man, dem Axenfaden angeschlossen, Körner reihenweise angeordnet, welche wohl dem Nebenkörperorgan angehören. In späteren Entwicklungsstadien steigt das Verbindungsstück mit dem hinteren Centralkörperring immer weiter um den Axenfaden herum hinab, und dann findet man den Sack des Hauptstückes um den Axenfaden in der Ausbildung begriffen (Fig. 30).

Nach dieser Darstellung dürfte es deutlich sein, dass die Spermien von Scrupocellaria denen von Flustra sehr ähnlich organisiert sind, sowie dass beide auch denen von Alcyonidium nahe stehen, obwohl die des letztgenannten ein weit längeres und auch schmäleres Verbindungsstück und ein längeres Hauptstück haben. Wenn man nun noch die Spermien von Triticella mit denen der anderen vergleicht, so erkennt man, dass Braem recht hat, obwohl bei diesem Tiere der Kopf sehr lang und fadenförmig schmal ist, und das Hauptstück einen langen, breiten Sack bildet, in dem der Axenfaden, bald mehr gerade, bald mehr spiralig bis nahe an das Ende des Sackes hinabsteigt.

Bei den Süsswasserbryozoen (Alcyonella) findet man dagegen einen rundlich-birnenförmigen Kopf, ein relativ kürzeres Verbindungsstück, in welchem ein schön spiralig gewundener Axenfaden verläuft, und ein sehr langes Hauptstück, in welchem auch ein Axenfaden bis zum hinteren Ende hinabsteigt.

Es wäre sicherlich von Interesse, noch eine Anzahl von Bryozoen hinsichtlich der Spermienformen zu untersuchen, und zwar sowohl Bryozoen des Meeres als des Süsswassers. Vielleicht gibt es noch niedrige Formen sowie Übergangsformen unter ihnen.

8.

Die Spermien von Nassa reticulata L.

Taf. XXIV, Fig. 32—36.

Mehrmals versuchte ich in verschiedenen Jahreszeiten die Spermien von Nassa reticulata zu erhalten, aber immer vergebens. Es zeigte sich, dass dieselben in unserem Meere wahrscheinlich im Winter oder in den ersten Frühlingsmonaten reif werden mögen.

Nach der Veröffentlichung meiner Arbeit über die Spermien der Gastropoden im J. 1906 habe ich dann durch die Güte des Herr Lic. Hj. Östergren im J. 1907 eine Sendung von lebenden Exemplaren von Nassa bekommen, bei denen reife Spermien in reichlicher Menge angetroffen wurden. Es war ja a priori anzunehmen, dasa dieselben denen des so nahestehenden *Buccinum* ähnlich sein sollten. Dies ist auch der Fall. Beide diese Tiere sind mit Doppelspermien versehen, deren Dimensionen und Typen wenig verschieden sind. Die fadenförmigen Spermien sind bei beiden diesen Gastropoden von ungefähr gleicher Länge, die wurmförmigen sind bei Nassa etwas kürzer.

Die *fadenförmigen* Spermien von Nassa sind, wie die von Buccinum, im ganzen sehr lang und schmal und haben einen verhältnismässig langen, schmalen *Kopf* (Fig. 33 der Taf. XXIV), an dessen vorderem Ende ein kurzes, tütenförmiges *Spitzenstück* vorhanden ist. In diesem Kopfe findet sich, wie bei Buccinum und so vielen anderen verwandten Gastropoden, eine färbbare Faser, welche von einer Hülle umgeben ist und sich beim Anschwellen und Zusammenziehen des Kopfes in wechselndem Masse spiralig zusammengezogen zeigt (Fig. 34, 35). Am vorderen Ende, am Absatz gegen das Spitzenstück, tritt dann auch ein färbbares Korn hervor. Und am hinteren Ende sieht man, obwohl nur ganz schwach, einen vorderen feinen *Centralkörperring*.

Das *Verbindungsstück* ist länger als bei Buccinum und schmal strangförmig; es zeigt beim Zerfall (Fig. 34) eine äussere dunklere Hülle und einen inneren Axenfaden. Am hintersten Ende bemerkt man einen schmalen *hinteren Centralkörperring* (Fig. 33, 36).

Das *Hauptstück* des Schwanzes (Fig. 33) ist bedeutend kürzer als bei Buccinum und endet, allmählich verschmälert, ohne besonderes Endstück. Nach Maceration erkennt man in ihm zuweilen eine Zusammensetzung aus zwei Fasern (Fig. 36).

Die *wurmförmigen* Spermien (Fig. 32) sind viel kürzer als die haarförmigen; die Länge der ersteren verhält sich zu der Länge der letzteren etwa wie 1 : $3^1/_2$. Die wurmförmigen Spermien sind, wie gewöhnlich, breiter als die anderen; sie sind schmal spindelförmig mit etwas zugespitzten Enden; an demjenigen Ende, welches wohl als das vordere anzusehen ist, bemerkt man ein tütenförmiges *Spitzenstück*, hinter welchem eine kleine dunklere Partie wahrzunehmen ist; ein wirklicher Kopf ist aber nicht zu sehen. In dem übrigen Teil des gewöhnlich etwas abgeplatteten Spermiums findet man in der Mittelaxe eine feine, sich dunkler färbende Faser und, um diese herum, eine grosse Anzahl von hellen Kugeln oder Körnern, welche zu jeder Seite derselben reihenweise angeordnet sind. Am hinteren, schmäleren Ende werden diese Körner schwerer sichtbar, sie scheinen aber noch da vorhanden zu sein.

Im ganzen zeigen also, wie oben hervorgehoben, diese Doppelspermien den Typus der mit diesem Tiere verwandten Gastropoden.

In meiner im J. 1906 veröffentlichten Arbeit über die Spermien der Gastropoden [1]) habe ich schon hervorgehoben, dass ich bei folgenden Mollusken Doppelspermien gefunden habe: *Aporrhais pes pelecani*, *Turritella terebra*, *Neritina fluviatilis*, *Murex trunculus*, *Fusus despectus*, *Buccinum undatum*, *Cassidaria echinophora*. Nun kommt noch *Nassa reticulata* hinzu. Ausser diesen hat Brock schon im J. 1887 neben fadenförmigen auch wurmförmige bei *Strombus*, *Pteroceras* und *Cypraea* beschrieben. Hierzu kommt dann, wie auch schon längst bekannt war, *Paludina vivipara*.

In Bronns Klassen und Ordnungen (3. Band, 1904) gab Simroth folgendes Verzeichnis der Genera, bei welchen Doppelspermien angetroffen worden sind: *Paludina*, *Tiphobia*, *Cypraea*, *Ampullaria*, *Vermetus*, *Cerithium*, *Columbella*, *Marsenia*, *Dolium*, *Cassidaria*, *Tritonium*, *Strombus*, *Pteroceras*, *Aporrhais*, *Murex*, *Nassa*, *Fusus*, *Conus*, also im ganzen 18 Genera: »also fast aus allen grösseren Gruppen, wenn man die Heteropoden ausnimmt», aber bei keiner Landform. Die wurmförmigen Spermien sind indessen fast gänzlich auf die Prosobranchien im allgemeinen und auf eine grössere Anzahl Gattungen von Monocardien beschränkt.

Diese zweite Art von Spermien, welche neben den typischen vorkommt, zeigt aber, wie ich schon früher hervorgehoben habe, bei den verschiedenen Gastropoden ziemlich wechselnde Formen und einen verschiedenen Bau, was besonders deutlich wird, wenn man die betreffenden Doppelspermien von Turritella, Paludina und Neritina mit denen von Murex, Buccinum, Fusus, Nassa und Aporrhais vergleicht. Sämtliche Doppelspermien können deshalb nicht ohne weiteres als zu ein und derselben Kategorie geführt werden. Jedenfalls fehlen noch in dieser Beziehung so viele Zwischenglieder, dass man aus ihrer Beschaffenheit nur teilweise Schlüsse auf die näheren phylogenetischen Verwandtschaftsverhältnisse ziehen darf.

---

[1]) Gustaf Retzius, *Die Spermien der Gastropoden.* Biolog. Unters., Band XIII, 1, 1906.

9.

Zur Kenntnis der Spermien der Elasmobranchier.

Taf. XXVII—XXVIII.

Vor einigen Jahren beschrieb ich an den Köpfen der Spermien von Acanthias vulgaris [1]) einen Spiralfaserapparat, welcher mir v. a. deshalb von Interesse zu sein schien, weil er mit der spiraligen Gestalt dieser Köpfe selbst in innigem Zusammenhange stehe. Da auch bei anderen Selachiern eine derartige Spiralform der Köpfe bekannt war, hegte ich seitdem die Hoffnung, die Untersuchung dieser Verhältnisse auf einige andere Vertreter der fraglichen Ordnung ausdehnen zu können. Besonders wünschte ich in dieser Beziehung die v. a. von E. Ballowitz eingehend untersuchten Spermien von Raja studieren zu können. Leider fand ich während meines Aufenthaltes in der Zoologischen Station an unserer Westküste in den Sommermonaten keine Männchen von Raja mit reifen Spermien. Im Jahre 1907 ist es mir gelungen, das passende Material hierfür zu bekommen, indem der Vorsteher der Schwedischen Zoologischen Station zu Kristineberg Herr Licentiat Hj. Östergren, nach mehrfachen vergeblichen Bemühungen im Anfang des Mai ein voll erwachsenes Männchen von Raja clavata auftrieb und mir die Hoden, gut aufbewahrt, zuschickte, wofür ich ihm hier meinen besten Dank darbringe. Weil mir dieses Material positive Resultate lieferte, werde ich hier eine Darstellung der gefundenen Tatsachen geben und diese mit den bei Acanthias ermittelten vergleichen. Während dieses Sommers habe ich indessen noch mehrere hinreichend alte männliche Exemplare von Raja clavata bekommen, bei welchen die Spermien in allen Entwicklungsstadien massenhaft vorkamen. Ausserdem ist es mir auch gelungen, die Spermien von *Spinax niger* ebenso wie von *Chimaera* zu erhalten, von denen mir Herr Doktor O. Nordgaard, Vorsteher des Naturhistorischen Museums in Trondhjem, das nötige Material, in Eis verpackt, gütigst im Herbste des vorigen Jahres zusandte. Da es vielleicht noch lange dauern wird, bis ich Spermien von noch anderen Vertretern dieser Ordnungen bekomme, will ich die bei den genannten Elasmobranchiern gefundenen Verhältnisse hier veröffentlichen. Dazu füge ich noch einige neue Figuren von Acanthiasspermien hinzu.

Ich beginne diese Beschreibung mit der Darstellung der Spermien der Chimaera, indem dieses Tier, obwohl zu den Elasmobranchiern gehörend, zu einer besondern Ordnung gerechnet wird und in so vielen Beziehungen sich von den Haien und Rochen unterscheidet.

A. Die Holocephalen.

Chimaera monstrosa L.

(Taf. XXVII, Fig. 1—9.)

Die Spermien von Chimaera sind in der Literatur mehrmals kurz erwähnt und früher auch abgebildet worden; in späterer Zeit sind sie aber meines Wissens nicht genauer untersucht und beschrieben worden. Nach Leuckart und Wagner soll der Kopf derselben drei Windungen besitzen, und in Leydig's Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere (1857) findet man die Abbildung eines solchen Spermiums, an dem man einen aus zwei spiraligen Windungen bestehenden, cylindrischen, vorn abgestumpften (nicht zugespitzten) Kopf und einen etwa 3 1/2 mal längeren, feinen, fadenförmigen Schwanz bemerkt.

[1]) Gustaf Retzius, *Ueber einen Spiralfaserapparat am Kopfe der Spermien der Selachier.* Biolog. Untersuchungen von G. Retzius. N. F. X., 1902.

Da es mir von besonderem Interesse zu sein schien, die Spermien der in so vieler Hinsicht interessanten und auch niedrig stehenden Chimaera mit den besten neueren Methoden untersuchen zu können, machte ich verschiedene Versuche, taugliches Material davon zu bekommen. Durch die Güte des Herrn Doktor Nordgaard in Trondhjem gelang es mir, wie erwähnt, zuletzt, im Oktober 1907, gutes, frisches Material mir zugeschickt zu erhalten.

Es zeigte sich nun, dass die aus dem hinteren Endstück der Vasa deferentia genommenen, reichlich vorhandenen Spermien zwar in einigen Beziehungen denen der Haie und Rochen ähnlich sind, in anderen aber von denselben recht stark differieren. Die Spermien von Chimaera (Fig. 1) sind zwar auch lang und schmal, fadenförmig, mit einem schmalen, cylindrischen, vorn zugespitzten, spiralig gewundenen Kopf, einem verhältnismässig kurzen, cylindrischen Mittelstück und einem langen, fadenförmigen Schwanz. Der Kopf ist aber entschieden kürzer als an den Spermien von Raja und Acanthias (etwa $^2/_3$), und viel (etwa dreimal) kürzer als an denen von Spinax. Die Spiraldrehungen des Kopfes sind nur etwa drei, die vorderste von ihnen in der Regel stärker (länger und weiter) als die zwei hinteren. Das vorderste, zugespitzte Ende wird durch ein ziemlich nadelförmiges, helles *Spitzenstück* abgeschlossen, welches oft mehr gerade nach vorn hin gerichtet ist (Fig. 1—4).

Weder an den mit Osmium-Rosanilin-Kaliacetat behandelten, noch an den in Wasser oder Kochsalzlösung macerierten Köpfen liess sich eine umwindende Spiralfaser nachweisen. Das einzige, was sich zeigte, war eine Art Verdickung an den eingebuchteten Stellen der Windungen (Fig. 1 und 2), wo die Randpartie glänzender und kräftiger gefärbt erschien. Diese Struktur erwies sich nicht, wie an den Spermien von Raja, als eine scharf begrenzte Faser, sondern eher als eine einseitige Verdickung einer den Kopf eng umschliessenden dünnen Hülle. Nach der Maceration trat auch keine wirkliche Faserstruktur an den angeschwollenen Köpfen hervor.

Am hintersten Ende verschmälert sich in der Regel der Kopf ein wenig (Fig. 1 und 2) und erscheint oft in einer kleinen Strecke heller (Fig. 1), den Eindruck machend, als ob sich hier eine dünne Hülle nach vorn hin zurückgezogen hätte.

Eine weitere Struktur liess sich nach Osmium-Rosanilin-Behandlung am Kopf nicht dartun. Nach der Fixierung in Sublimatlösungen (n. Zenker) und Färbung mit Hämatoxylin (n. Heidenhain) verändert sich der Kopf in auffallender Weise. Er wird nicht nur, wie gewöhnlich, verkürzt, sondern auch gerade gestreckt, indem die Spiralwindungen verschwinden (Fig. 6); seine Substanz behält intensiv die schwarze Farbe bei der Differenzierung, wogegen das Spitzenstück ganz hell hervortritt (Fig. 6, 8, 9). Ein Teil der Köpfe schwellen aber bei dieser Behandlung an, und dann tritt oft eine etwas undeutliche körnige Struktur hervor (Fig. 7) mit einem schmalen, dunklen Faden in der Axenpartie. Eine solche Struktur sah ich oft in solchen Köpfen, nicht aber nach anderweitiger Behandlung. Das merklichste ist aber, dass sowohl an diesen, als an den nicht angeschwollenen Köpfen (Fig. 6) an ihrem hinteren Ende eine starke ringförmige, schwarz gefärbte Bildung hervortritt, welche nach der Osmiumbehandlung nicht sichtbar ist (Fig. 1—4). Ich bemühte mich vergebens, das Erscheinen dieser Bildung zu erklären, um so mehr, als sie in manchen Präparaten beinahe konstant an dieser Stelle der Spermien, d. h. am Übergang vom Kopf zum Mittelstück, zu sehen war. Die Sache verblieb rätselhaft.

Das am hinteren Kopfende folgende Stück, das ich nicht als Verbindungsstück des Schwanzes, sondern als *Mittelstück* bezeichnen will, weil es, so weit ich sehen konnte, nicht das Vorderstück des Schwanzes in sich enthält, sondern einen anderen Axenfaden einschliesst, stellt eine cylindrische Partie dar, welche nur etwa ein Sechstel der Kopflänge misst; es zeigt sich nur ganz undeutlich körnig (Fig. 6, 7). Nach einiger Maceration in Wasser oder Kochsalzlösung tritt die körnige Beschaffenheit etwas deutlicher hervor (Fig. 3, 4), und dann zeigt sich noch, dass sich am hinteren Ende dieses Stückes eine quere, ringförmige Bildung findet, welche mit dem oben erwähnten am vorderen Ende des Mittelstückes gesehenen ringförmigen Gebilde nichts zu tun hat. Nach stärkerer Maceration fällt die äussere Hülle dieses Stückes ab, und dann bleibt nur ein schmälerer mittlerer Stab von verschiedener Länge zurück (Fig. 5), welcher aber fast nie die ganze Länge des Mittelstückes hat. An dem hinteren Ende dieses Stabes erkennt man dann noch immer dieselbe ringförmige Bildung wie in Fig. 3 und 4, obwohl sie in den stärker macerierten Präparaten oft als Doppelring erscheint und sich als vier Körner im optischen Durchschnitt präsentiert (Fig. 5). Beim Vergleich mit dem Verhältnis bei den Spermien von Acanthias und Spinax kommt man gerne zu der Auffassung, dass der Stab und der Ring auch bei Chimaera derselben Bildung entsprechen, d. h. dem Centralkörper angehören. Denn dass der Stab das Vorderende des Schwanzes darstellt, ist wohl nicht wahrscheinlich. Jedenfalls reicht aber der Schwanz bis zum Ringe, indem sein Vorderende von hier aus nach hinten zieht. Er ist, wie erwähnt, sehr schmal und fadenförmig, etwas mehr als fünfmal so lang wie der Kopf. Nicht

selten erkennt man an ihm eine schwach ausgesprochene Drehung um seine Längsaxe mit an ziemlich bestimmten Intervallen wiederkehrenden Windungsstellen (Fig. 1). Oft ist jedoch diese Drehung nicht nachzuweisen, sondern der Faden erscheint dann ungedreht. Eine Zusammensetzung des Schwanzfadens aus zwei oder mehreren Fasern liess sich auch nicht ganz sicher darlegen, obwohl eine solche aus zwei Fasern in einigen Fällen ziemlich deutlich nachweisbar war. In Fig. 4 lag ein solcher Fall vor. Oft hatte sich der Schwanzfaden an sich selbst zurückgebogen, so dass eine scheinbare Zusammensetzung aus zwei Fasern vorlag. Am hinteren Ende verschmälert sich der Schwanzfaden, zeigt aber kein besonderes Endstück. Hinter dem Mittelstück sitzt in vielen Fällen um den Anfang des Schwanzfadens eine aus hellen kugeligen Körnern bestehende Partie (Fig. 4), welche zuweilen auch das Mittelstück und das Hinterende des Kopfes umgeben kann (Fig. 7) und der bei Spinax, Raja und Acanthias vorkommenden Bildung zu entsprechen scheint. Diese körnige Hülle sitzt aber sehr lose an und wird bei der Präparation leicht abgestreift.

B. Die Spermien der Selachier.

a. Raja clavata L.

(Taf. XXVIII, Fig. 1—15.)

Die Spermien der Rochen und Haie sind schon seit ziemlich langer Zeit untersucht und beschrieben worden und zwar von Leuckart und Wagner, v. la Valette St. George, G. Herrmann, O. S. Jensen, E. Ballowitz und F. Hermann.

Schon die erstgenannten, Leuckart und Wagner [1]), heben die cylindrische, spiralig gewundene Form und die bedeutende Länge des Kopfes dieser Spermien sowie im ganzen die ansehnliche Grösse derselben hervor; sie betonen aber zugleich, dass die Zahl der Windungen des Kopfes bei verschiedenen Arten wechselt.

v. la Valette St. George [2]) fand bei Galeus canis 9—10, bei Raja clavata 5 Windungen.

O. S. Jensen hat zweimal die Spermien der Rochen beschrieben und abgebildet. Das erste mal, im J. 1879 [3]), betraf seine Darstellung dieselben bei Raja clavata L. und Raja vomer B. Friés. Das Mittelstück derselben hat, sagt er, einen eigentümlichen Bau und ist von einem anscheinend einfachen, wahrscheinlich aber aus zwei Fädchen bestehenden Faden durchzogen. Der Schwanz ist dagegen deutlich aus zwei Fäden zusammengesetzt, von denen der eine sich um den anderen in zahlreichen Spiralturen herumwindet. »Es könnte», sagt er, »den Anschein haben, als wänden sich die beiden Stränge um einander herum»; wegen der Zartheit des Objectes war aber dies sehr schweierig zu entscheiden. Bei natürlicher Maceration werden sie indessen aus der spiralförmigen Lage gebracht. Die Form des Kopfes behandelt Jensen in dieser Mitteilung nicht.

G. Herrmann [4]) beschrieb genauer ein hinter dem eigentlichen Kopfe befindliches, schon von dem nächst vorigen Autor angedeutetes Stück, welches als Mittelstück bezeichnet wurde. Ferner fand Herrmann auch am vorderen Kopfende ein bei noch nicht ganz ausgebildeten Spermien von diesem abgesetztes, fein ausgezogenes, spitzes Stück (pointe céphalique). Bei einem Teil der Plagiostomen zeigt der Spermienkopf 12—14 weite Spiralwindungen, bei einem anderen Teil bietet er sehr zahlreiche, kleine und enge Windungen dar.

In einer zweiten Abhandlung, vom J. 1883 [5]), wo er besonders die Spermatogenese bespricht, gibt Jensen von den reifen Spermien bei *Raja clavata* eine Abbildung, wo auch der Kopf mit etwa fünf weiten Spiralwindungen wiedergegeben ist; an den mit Osmiumsäure behandelten, etwas veränderten Spermien fand er den Kopf von einer sehr zarten Hülle umgeben, vielleicht die persistierende Kernmembran oder auch ein Rest des Protoplasmas. Der Schwanz besteht, sagt er, aus zwei Fäden, von denen sich der eine um den anderen windet; nach natürlicher Maceration verschwindet ein grosser Teil dieser Windungen, und die Fäden liegen dann neben einander; sie können sich aber auch von einander lostrennen. Jensen meint, dass diese Zusammensetzung des Schwanzes aus den beiden Fäden mit der entsprechenden bei den anderen Vertebraten und mehreren Repräsentanten der Evertebraten (Turbellarien, Mollusken, Insekten) übereinstimmt.

---

[1]) R. Leuckart. Artikel Zeugung in Rudolf Wagner's Handwörterbuch der Physiologie Bd IV, 18. — Todd's Cyclopaedia of Anatomy and Physiology, IV, 1852.

[2]) v. la Valette St. George, *De spermatosomatum evolutione in Plagiostomis.* Bonnæ 1878.

[3]) O. S. Jensen, *Die Structur der Samenfäden*, Bergen 1879.

[4]) G. Herrmann, *Recherches sur la spermatogenèse chez les Sélaciens.* Journ. de l'Anatomie et de Physiologie. 18:ème année. 1882.

[5]) O. S. Jensen, *Recherches sur la spermatogenèse.* Archiv de Biologie, T. IV, 1883 (suite, p. 729).

In demselben Jahre und demselben Archiv veröffentlichten auch Swaen und Masquelin [1]) eine Abhandlung über die Spermiogenese der Selachier *(Scyllium* und *Raja)*, in welcher sie zwar nicht die reifen Spermien beschreiben und abbilden, aber doch hervorheben, dass die Entwicklung derselben zeigt, dass der Kopf eine Spitze hat, welche der der Spermien der Salamander ähnlich ist, und dass der Kopf nicht nur aus Kernsubstanz besteht, sondern auch von einer zarten Protoplasmahülle umgeben ist, die sich als eine etwas dickere Hülle auf den übrigen Spermienkörper fortsetzt.

Dann folgte im J. 1890 die eingehende Darstellung von E. Ballowitz [2]) über die Spermien von *Raja clavata.* Sie bestehen nach ihm aus einem ziemlich starren, etwas über $5^1/_2$ annähernd gleich grosse, nicht gerade enge Spiralwindungen zeigenden Kopf und einem langen Schwanz, der ein Verbindungsstück, ein langes Hauptstück, aber kein Endstück zeigt. Die vorderste, schmälere Windung des Kopfes läuft in eine feine, gerade, hellere Spitze aus; in Kochsalzlösungen erweicht die Kopfsubstanz und tingiert sich mit Anilinfarben stark, wogegen die kleine Spitze, das »Spitzenstück», hell bleibt. Fast ganz ungefärbt bleibt auch das Verbindungsstück. Die von Jensen bisweilen gesehene zarte Kopfmembran sah Ballowitz nicht, er will aber das Vorhandensein einer in die leichter quellbare Innenmasse des Kopfes allmählich übergehenden Rindenschicht nicht in Abrede stellen. An stark gequollenen Köpfen sah er sogar, dass diese Rindenschicht unregelmässig gequollen war, und dass von derselben ein schmaler, in langen Spiraltouren sich von vorn nach hinten erstreckender Streifen übrig blieb, welcher sich intensiv färbte und sehr deutlich hervortrat, wodurch die Köpfe ein eigentümlich gescheckes Aussehen erhielten. Das mattglänzende Verbindungsstück ist gerade gestreckt, vielleicht ein wenig abgeplattet; nach längerer Maceration treten an ihm schmale, etwas schräge verlaufende, eng gestellte Querstreifen sehr deutlich hervor, welche sich mit Gentianaviolett stark färben, während ihre Zwischenräume blass werden; die Querlinien stehen aber so enge, dass sie sich nicht bestimmt als Spiralbildung erkennen lassen. »Ich halte es aber», sagt Ballowitz, »für unzweifelhaft, dass es sich auch hier um eine spiralige Bildung handelt, deren Zwischenräume von einer Zwischensubstanz mit gleichem Brechungsindex ausgefüllt werden.» Nach stärkerer Maceration bröckelt sich diese Hülle ab, und der von Jensen gefundene einfache Axenfaden, der jedoch wahrscheinlich fibrillär gebaut ist, bleibt zurück; ein Endknöpfchen besitzt derselbe nicht. Am hinteren Ende des Verbindungsstückes und am vorderen Ende des Hauptstückes findet sich ein länglich cylindrisches, feinkörniges und durchsichtiges Stück von Protoplasma, das als eine konstante Bildung anzusehen ist. Bei der Bewegung kontrahiert sich das Verbindungsstück mit, während der Kopf ganz starr bleibt. Das Hauptstück besteht aus zwei völlig gleich aussehenden Fäden, die beide spiralig umeinander verlaufen und viele Windungen bilden. Nach Maceration gehen, wie Jensen fand, diese Windungen allmählich verloren, und die beiden Fäden laufen mehr oder weniger gerade nebeneinander; bei längerer Maceration trennen sie sich auf grössere Strecken voneinander, und von ihnen können sich noch weitere feine Fäden ablösen, so dass beide Fäden einen fibrillären Bau besitzen müssen. Die isolierten Fäden setzen sich in den Axenfaden des Verbindungsstückes fort. Dieser Bau des Hauptstückes lässt sich jedoch nicht, wie Jensen meint, direkt mit dem der anderen Vertebraten vergleichen.

Die Spermiogenese bei den Selachiern ist, ausser den oben erwähnten Abhandlungen von Jensen und von Swaen und Masquelin, auch in den Arbeiten von J. E. S. Moore (1896) und von A. Sabatier (1895—96) ausführlich behandelt worden; da aber in diesen Arbeiten hinsichtlich des Baues der reifen Spermien keine neuen Tatsachen vorkommen, gehe ich auf die Besprechung derselben nicht weiter ein.

Schliesslich hat auch F. Hermann [3]), zwar nicht bei den Rochen, aber bei Scyllium, von der Ausreifung der Spermien eine Darstellung gegeben, welche ich, der Vergleichspunkte wegen, hier kurz referieren möchte, und dies um so mehr, als dieselbe neue wichtige Befunde enthält und die Veränderungen bespricht, welche beim Übergang zum Reifungsstadium eintreten.

Wie Moore, berücksichtigt Hermann das Verhalten der Centrosomen und betont, dass der Schwanzfaden »aus der Centralspindel der letzten Spermatocytentheilung entsteht und dass das Endknöpfchen als das Centrosom des Spermatozoons zu betrachten sein dürfte». Das distale Centrosom wird ringförmig und legt sich am hinteren Ende des Mittelstückes der Quere nach an; ob es hier auch an den reifen Spermien erhalten bleibt, konnte aber Hermann nicht entscheiden. Ebenso wenig lässt sich in den reiferen Stadien das Vorhandensein des

---

[1]) A. Swaen et H. Masquelin. *Étude sur la Spermatogenèse.* Archives de Biologie etc. P. IV, 1883.

[2]) E. Ballowitz, *Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen,* Theil III: Fische, Amphibien und Reptilien. Archiv f. mikrosk. Anatomie, 36. Band, 1890.

[3]) F. Hermann, *Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese.* Archiv f. mikrosk. Anatomie, 50. Band, 1897.

vorderen Centrosoms (des »Endknöpfchens») technisch dartun. Die Entstehung des Spiesses (des Spitzenstückes) am Kopfe leitete Hermann aus einer lokalen Verdichtung der Kernmembran her, was sich später als unrichtig erwiesen hat. Mit Jensen und Swaen und Masquelin nimmt er das Vorhandensein einer dünnen protoplasmatischen Hülle am Kopfe an, mit Ballowitz leugnet er aber an den reifen Spermienköpfen die Existenz einer solchen Hülle. Am Mittelstück sah er den Axenfaden sich spiralig winden; ob aber die ihn umgebenden Substanzteilchen auch eine solche Anordnung aufweisen, vermochte er nicht sicher festzustellen.

Es bleibt mir nun noch übrig, meine eigenen Ergebnisse hinsichtlich des Baues der Spermien von *Raja clavata* zu beschreiben.

Wie die Autoren sie dargestellt haben, bestehen die reifen Spermien aus einem langen, cylindrischen, vorn zugespitzten, spiralig gewundenen *Kopf* und einem beinahe dreimal längeren *Schwanz*, an welchem letzteren man ein kürzeres, beinahe ein Drittel des Kopfes messendes *Verbindungsstück* und ein langes *Hauptstück* unterscheidet; am Ende des letzteren lässt sich gewissermassen ein kleines »Endstück» nachweisen, obwohl ein näherer Vergleich mit dem Endstück der Spermien anderer Vertebraten sich kaum durchführen lässt. Die Fig. 1 der Taf. XXVIII stellt ein solches reifes Spermium dar.

Der *Kopf* bildet etwa $5^1/_2$ spiralige Windungen, von denen die hintersten kürzer, gedrungener sind und nach vorn hin in immer längere, ausgezogenere übergehen. Die Richtung dieser Windungen ist, von hinten gerechnet, von rechts nach links. Nach vorn hin verschmälert sich der Kopf und spitzt sich zu, um zuletzt in eine nadelförmig gestaltete, feine Spitze überzugehen. Bei genauer Betrachtung findet man, dass dieses *Spitzenstück*, das *Perforatorium*, vom eigentlichen Kopfe mehr oder weniger deutlich abgesetzt ist. Dies wird besonders bei angequollenen Köpfen (Fig. 4, 5) nachweisbar, und noch mehr nach der Behandlung mit Sublimat und Heidenhain's Hämatoxylin, wobei das schwach gefärbte Perforatorium vom stark gefärbten Kopfe scharf abgesetzt ist (Fig. 11).

Wenn man den eigentlichen Kopf (Fig. 1) genau betrachtet, erkennt man nach meiner Behandlungsweise (Osmiumsäure, Rosanilin und Kaliacetat), dass an der Konkavität der Windungen ein schmälerer, dunklerer, rotgefärbter Streifen zieht, welcher zwar auch spiralig verläuft, aber mit weniger ausgesprochenen Windungen. Man unterscheidet demnach am Kopfe zwei Substanzen, eine cylindrische, schwachgefärbte, die eigentliche Kopfsubstanz, und eine sich rot färbende, schmal bandförmige, welche sich der ersteren, und zwar an der Konkavität der Windungen, eng anschmiegt; nach dem vorderen Ende des Kopfes wird diese letztere Substanz schwer nachweisbar und tritt eher an der Konvexität der Windungen etwas deutlicher hervor.

Wenn man die Spermien in Wasser oder Kochsalzlösung ein wenig maceriert, quellen ihre Köpfe mehr oder weniger auf. Dadurch erhält man eine gute Auffassung von dem Baue derselben. Nach schwacher Quellung (Fig. 2) zeigt sich, dass nur die eigentliche Kopfsubstanz dabei beteiligt wird, und dass in solchen Fällen der bandförmige Seitenstrang entweder beinahe gerade verläuft, indem die Kopfsubstanz sich spiralig um ihn windet (Fig. 2), oder auch beide sich spiralig umeinander winden (Fig. 3 und 4), und zwar stets, von hinten gerechnet, von rechts nach links. Hierbei ist nun zu bemerken, dass nach dem vorderen Kopfende zu der schmälere, rotgefärbte Strang plötzlich schwer sichtbar wird, wie die Fig. 4, 5 und 6 zeigen. Dies hängt offenbar teils davon ab, dass der vordere Teil des Kopfes von einer etwas dickeren Hülle bedeckt ist, in welcher der Strang verläuft, teils aber auch davon, dass in vielen Fällen der Strang selbst sich stark verschmälert und in einen dünnen Faden übergeht, welcher nur bei genauer Betrachtung in seinen Spiraltouren hervortritt (Fig. 6). Zuweilen wird aber auch die Hülle am Vorderende des Kopfes gesprengt; dann schwillt auch dieses Ende stark, und man sieht scharf den Spiralfaden an ihm (Fig. 7).

Wie aus dieser Darstellung hervorgeht, wird nach der Quellung der eigentlichen Kopfsubstanz und der dabei eintretenden Verkürzung des Kopfes der bandförmige Strang gezwungen, sich weit mehr als in dem natürlichen Zustande zu winden und engere spiralige Touren zu bilden, während er im normalen Zustande, wie die Fig. 1 zeigt, viel gerader, gestreckter, weniger gewunden verläuft. Dieser Strang scheint nicht oder nur sehr wenig anzuquellen und ein elastisches Band zu bilden, welches im natürlichen Zustande die spiralige Gestalt des Kopfes zu bewirken scheint. Er gehört offenbar einer den Kopf eng umschliessenden Hülle an, welche ein Rest des früher hier befindlichen reichlicheren Zellenprotoplasmas ist. Diese Hülle kleidet noch die angeschwollenen Köpfe

ein und kann sich demnach erweitern; zuweilen berstet sie aber, und dann fliesst die Kopfsubstanz homogen und schleimig umgewandelt aus.

Nach der Fixierung der Spermien mit Sublimat (Zenker'scher Mischung) und Färbung derselben mit Heidenhain's Hämatoxylin bekommen die vorher nicht gequollenen Köpfe das in Fig. 11 abgebildete Aussehen, d. h. sie behalten ihre cylindrische und spiralig gewundene Gestalt; sie färben sich dabei schwarz oder schwärzlich und behalten die Farbe intensiv; man erkennt aber an ihnen keinen Unterschied in der Farbe, indem sowohl die eigentliche Kopfsubstanz als das Spiralband dieselbe Farbe zeigen. Wenn aber die Köpfe vorher gequollen waren, tritt in der Farbe ein starker Unterschied dieser Gebilde hervor, indem sich die eigentliche Kopfsubstanz leicht abfärbt und das Spiralband die schwarze Farbe intensiv behält (Fig. 12 und 13); die vordere Partie des Kopfes zeigt auch in solchen Präparaten oft eine dunklere tütenförmige Hülle (Fig. 12), welche der Quellung dieser Partie Widerstand leistet.

Aus den hier mitgeteilten Tatsachen geht also hervor, dass die Köpfe der Spermien auch bei Rochen mit einem Spiralfaserapparat versehen sind, welcher dem von mir früher bei denen der Haie (Acanthias) beschriebenen ähnlich ist. Dieser Apparat gehört offenbar auch hier der zarten Hülle an, welche als Protoplasmarest die Spermienköpfe dicht umgibt, und nicht der eigentlichen Kopfsubstanz selbst. Es ist in der Tat nicht unwahrscheinlich, dass der spiralige Streifen, den Ballowitz den gequollenen Köpfen der Rajaspermien ein gescheckes Aussehen verleihen sah, derselben Natur war, obwohl er dieses Gebilde nicht der von ihm geleugneten Hülle, sondern der eigentlichen Rindensubstanz angehörig ansah.

Das *Mittelstück (Verbindungsstück?)* setzt sich gegen den Kopf scharf ab und bildet, wie erwähnt, einen schmalen Cylinder, an dem man bei den reifen Spermien kaum eine bestimmte Struktur wahrnehmen kann; nur undeutlich treten in ihm dunklere Körner hervor, in deren Anordnung eine spiralige Lage vorhanden zu sein scheint (Fig. 1 und 4). Zuweilen wird jedoch diese Anordnung deutlicher (Fig. 10). An noch nicht ausgereiften Spermien (Fig. 9) tritt aber ganz scharf eine körnige Beschaffenheit dieser Partie hervor, indem im optischen Durchschnitt in der Mittelaxe ein dunkel gefärbter Faden und beiderseits von diesem je eine Reihe runder Körner hervorschimmern; in noch früheren Stadien sind diese Körner noch grösser (Fig. 8) und liegen etwas weniger regelmässig angeordnet, so dass einzelne von ihnen aus der Schicht hervorragen. Diese Körner bilden um den mittleren Axenfaden eine Art Hülle, und man erkennt an ihnen eine gewisse spiralige Anordnung. Sabatier scheint an unreifen Spermien der Selachier diese körnige Umhüllung schon beobachtet zu haben. Wie sich nun die fragliche Hülle bei den reifen Spermien verhält, lässt sich nicht sicher dartun; ob die Körner zu einer Spirale zusammenfliessen oder als solche verbleiben und nur scheinbar den Eindruck eines Spiralfadens darbieten, zeigen nämlich die reifen Spermien nicht sicher; mir scheint das letztere wahrscheinlicher zu sein.

Die Centralkörper suchte ich an den reifen Rajaspermien vergebens. Wie Ballowitz und F. Hermann, sah ich den proximalen (das »Endknöpchen») nie deutlich; und auch den distalen, am hinteren Ende des Mittelstückes zu suchenden, konnte ich bei diesen Spermien nicht sicher dartun, obwohl er aller Wahrscheinlichkeit nach nicht ganz verschwindet, sondern sich nur technisch dem Nachweise entzieht.

Am hinteren Ende des Mittelstückes entspringt, in der Richtung seines Axenfadens, das *Hauptstück* des Schwanzes, welches, wie erwähnt, einen langen Faden darstellt, der ein abgeplattetes, schmales Band bildet. An ihm erkennt man den besonders von Ballowitz richtig dargestellten Bau. Der Faden windet sich nämlich um sich selbst, und zwar so, dass an ziemlich genau bestimmten Stellen der eine Rand den anderen überkreuzt. An unbeschädigten und unmacerierten Spermien erscheint es, als ob dieses Stück aus zwei parallel nebeneinander verlaufenden Fäden bestände, an macerierten findet man sie nicht selten voneinander getrennt und dann noch zwischen ihnen einen dritten Faden (Fig. 14 und 15); Ballowitz hat sogar von diesen Fäden noch feinere Fäserchen abgezweigt gesehen; wie dieser Forscher und auch Jensen bemerken, verschwinden auch an macerierten Spermien mehr oder weniger die Windungen, von denen sich sonst im natürlichen Zustande etwa 18—20 zählen lassen, so dass die Randfäden lange Strecken einander parallel, abgeflacht und ohne Windungen ziehen. Gegen das hintere Ende verschmälert sich der Schwanz allmählich und läuft zuletzt spitz aus, indem das eigentliche Ende aus nur einem Faden zu bestehen scheint, während die anderen früher aufhören und hierdurch gewissermassen eine Art »Endstück» erscheint, das jedoch mit dem gewöhnlichen Endstück nicht direkt homologisiert werden darf.

Am Übergang des Mittelstücks in das Hauptstück, und auf diesem eine kleine Strecke fortlaufend, findet sich der von den Autoren schon beschriebene cylindrische Protoplasmaklumpen, welcher aus rundlichn hellen

Körnern besteht (Fig. 1, 2, 6 und 10) und das vordere Ende des Hauptstücks umhüllt; dieser Körnerklumpen, den ich, wie Ballowitz, an intakten Spermien beinahe konstant fand, kann jedoch zuweilen fehlen, indem er durch die Präparation ziemlich leicht abgestreift wird.

b. **Squalus acanthias** L.

(**Acanthias vulgaris** Risso).

(Taf. XXVIII, Fig. 16—19.)

Da ich schon vor einigen Jahren diese Spermien beschrieben habe, werde ich sie hier nur kurz besprechen, um sie mit denen der anderen Elasmobranchier näher zu vergleichen. Zu den Abbildungen, die ich das vorige Mal lieferte, füge ich diesmal nur einige wenige neue Figuren (Fig. 16—19). Die Fig. 16 stellt ein vollständiges ausgereiftes Spermium in derselben Vergrösserung wie dasjenige von Raja (Fig. 1) dar; die Fig. 17 gibt den vorderen Teil eines noch nicht reifen Spermiums, die Fig. 18 einen durch Maceration gequollenen Kopf, die Fig. 19 das Mittelstück in isoliertem Zustande wieder.

Am Kopfe des Spermiums der Fig. 16 erkennt man, dass die Windungen viel zahlreicher (etwa 12 ½), kürzer und kleiner sind als an denen von Raja. Das Mittelstück ist schmäler, das Hauptstück des Schwanzes auch etwas schmäler, aber auffallend länger als bei Raja.

Wie ich schon das vorige Mal zeigte, ist der Kopf von einem Spiralfaserapparat umgeben, welcher einer dünnen, ihn eng umschliessenden Hülle angehört. An den nicht macerierten reifen Spermien (Fig. 16) sieht man auch bei guter Färbung diesen Apparat kaum, nur andeutungsweise. Etwas deutlicher tritt er bei den nicht ganz fertigen Spermien (Fig. 17) hervor, an denen man auch genau sieht, dass dieser Apparat der protoplasmatischen Hülle angehört, die sich später stark reduziert. In der Regel ist aber der Faserapparat bei Acanthias weit dünner und zarter als bei Raja, wie aus meiner früheren Beschreibung und den derselben beigefügten Abbildungen hervorgeht; dass aber auch ausnahmsweise dickere, bandförmige Spiralfasern vorkommen, wurde von mir schon damals dargetan, und ein solcher Fall wurde wiedergegeben. Bei meiner erneuerten Untersuchung sah ich nun in den allermeisten Fällen bei Acanthias die Spiralfasern sehr schmal und zart; es kamen aber Fälle vor, wo sie stärker waren; in solchen Fällen nahm ich auch wahr, dass die Dicke der Faser hinten stärker war und, gerade wie bei Raja, vorne, etwa an der vorderen Hälfte des Kopfes, in eine sehr feine Faser überging; die Fig. 18 stellt einen solchen Kopf dar. Hinsichtlich des Spitzenstücks habe ich nichts Neues hinzuzufügen; es verhält sich ungefähr wie bei Raja.

In dem schmal cylindrischen Mittelstück stellte ich bei Acanthias den schon von Hermann in jüngeren Stadien beschriebenen spiraligen Axenfaden dar, der vielleicht zum Centralkörperapparat gerechnet werden muss, in welchem Falle ein echtes Verbindungsstück in dieser Abteilung nicht vorhanden ist. Am hinteren Ende dieses Fadens sah ich, wie Hermann in den jüngeren Stadien zeigte, den distalen ringförmigen Centralkörper liegen. Weder bei Acanthias noch bei Raja ist es noch sicher dargetan, ob die Schwanzfäden sich nach vorn hin durch das Mittelstück» fortsetzen. Davon hängt es ja ganz besonders ab, ob man dieses Stück als solches aufzufassen hat, oder ob es, wie bei den Urodelen, einem »Mittelstück» zwischen Kopf und Schwanz entspricht. Meine Bemühungen, diese Frage zu lösen, scheiterten leider auch diesmal. Hinsichtlich des Baues des Hauptstücks vom Schwanze habe ich zu meiner vorigen Darstellung nichts Neues hinzuzufügen.

Von den übrigen Selachiern gelang es mir bis jetzt nur von einem anderen Cyclospondyliden, dem *Etmopterus spinax* L. *(Spinax niger* Bp.), Spermien zu erhalten. Herr Dr O. Nordgaard in Trondhjem hatte die Güte, mir frische, in Eis eingebettete Exemplare dieses Haies zu schicken, in denen die Spermien gut erhalten waren.

c. **Etmopterus spinax** L.

(**Spinax niger** Bp.)

(Taf. XXVII, Fig. 10—23.)

In Fig. 10 der Taf. XXVII habe ich ein vollständiges fertiges Spermium dieses Haies wiedergeben lassen, und zwar in derselben Vergrösserung wie die der übrigen Elasmobranchier, sowohl die ganzen Spermien als die enzelnen Partien derselben (Taf. XXVII und XXVIII).

Da dieses Tier im zoologischen System dem Squalus acanthias nahe steht, könnte man vermuten, dass die Spermien beider Tiere einander sehr ähnlich wären. Zwar ist nun der Typus derselbe, aber auffallende Verschiedenheiten sind doch vorhanden. Der Kopf ist an den Spermien von Etmopterus bedeutend länger (Fig. 10) und auch breiter, v. a. aber zugleich gestreckter, indem an ihm Spiralwindungen nur sehr schwach bemerkbar sind; man kann zwar Andeutungen von etwa drei solchen Windungen wahrnehmen, nie aber in wirklich ausgeprägter Form wie bei Squalus. Schon ohne Anschwellung der Köpfe sieht man in den mit Osmium-Rosanilin-Kaliacetat behandelten Präparaten einen deutlich hervortretenden Spiralfaserapparat (Fig. 10), welcher aber an den in Kochsalzlösung angeschwollenen Köpfen noch viel schärfer erscheint. In Fig. 11 sind die vorderen Teile eines solchen angeschwollenen Kopfes abgebildet, an dem man die Windungen der feinen spiraligen Faser bemerkt und zwischen denselben, besonders nach hinten hin, die mehr oder weniger bauchig angeschwollenen Zwischenpartien, wo die unzweifelhaft von einer vorhandenen dünnen Hülle umschlossene geschwellte Kopfsubstanz hervorgebuchtet wird. Die Fig. 12 gibt ein Stück eines anderen Kopfes wieder, an dem diese Anschwellung noch viel stärker ausgesprochen ist und sich die einschnürende Faser scharf abzeichnet.

Hier und da trifft man aber auch Köpfe, an denen die spiralige Faser nicht so fein ist, sondern, wie es bei Raja und Squalus zuweilen vorkommt, breiter, bandartig, vorhanden ist. Die Fig. 13 gibt eine Partie eines derartigen Kopfes mit bandartiger Spiralfaser wieder.

Nach vorn hin spitzt sich der Kopf allmählich zu (Fig. 10) und trägt am vorderen Ende ein *Spitzenstück*, welches mit oft etwas schief gestellter Grenze scharf abgesetzt ist und, gerade wie die beschriebene Spiralfaser, die Farbe des Rosanilins stark aufnimmt. Dieses Stück spitzt sich nach vorn hin allmählich zu und endet spitz nadelförmig (Fig. 10, 11). An Spermien, die nach Zenker-Heidenhain behandelt worden sind (Fig. 19, 20, 21), erkennt man gewöhnlich an dem Ansatze des Spitzenstückes ein die schwarze Farbe intensiv behaltendes Körnchen, welches sogar als doppelt erscheinen und einen Querring angeben kann; in solchen Präparaten entfärbt sich das Spitzenstück selbst, während das hintere Körnchen die Farbe behält und sich sowohl gegen dieses Stück als gegen den entfärbten Kopf stark hervorhebt.

An seinem hinteren Teil verschmälert sich der Kopf ebenfalls (Fig. 10) und endigt gegen das folgende Stück quer abgestutzt. Dieses Stück, welches die Lage eines Verbindungsstückes einnimmt, obwohl es mir auch hier nicht gelang, darzutun, ob in der Tat der Schwanzfaden durch dasselbe bis zum Kopfe hervordringt oder schon an seinem hinteren Ende endigt — von welchem Verhalten es abhängt, ob die Bezeichnung Verbindungsstück oder Mittelstück richtig ist — stellt eine cylindrische Partie dar, welche etwa $^1/_4$ der Kopflänge entspricht. Das fragliche Stück nimmt die Rosanilinfarbe stark auf und zeigt bei den verschiedenen Behandlungsweisen eine mehr oder weniger körnige Beschaffenheit. Die Fig. 10, 14, 16, 17 und 18 stellen diesen Bau in mehr oder weniger auffallender Weise dar; besonders die Fig. 14 und 17 zeigen den Körnerbau ganz frappant. Eine wahrhaft spiralige Anordnung der Körner konnte ich nicht dartun, obwohl zuweilen, wie die Fig. 16 angibt, eine Andeutung dazu vorliegt. Die Körner sind kugelig, von unter sich etwa gleicher Grösse, liegen dicht gedrängt und sind offenbar von einer sie zusammenkittenden, sich dunkler färbenden Substanz umgeben. In der Axenpartie dieses Stückes findet sich nun auch ein ziemlich starker cylindrischer Stab, welcher schon an dem in Fig. 10 abgebildeten Spermium etwas sichtbar ist, aber in Fig. 14 scharf und prägnant hervortritt, indem die ihn von allen Seiten her umgebenden Körner hier bei tieferer Einstellung nur an seinen Seiten abgebildet, und die ihn von oben bedeckenden nicht wahrnehmbar sind. Am hinteren Ende des Stabes erkennt man einen dunkel gefärbten Querring. In Fig. 15 liegt nun ein solcher Stab mit dem hinteren Ring isoliert, von den Körnern befreit, vor. In diesem Stab und in dem Ring erkennt man offenbar die bei Squalus und sogar bei Chimaera gefundenen Teile und auch die schon längst von F. Hermann bei Scyllium entdeckten, dem Centralkörperapparat angehörigen und während der Spermiogenese dieses Tieres erscheinenden Gebilde. Man hat also auch bei Etmopterus, und sogar in prägnanter Ausbildung, noch im reifen Zustande diesen Centralkörperapparat in der Gestalt des langen Stabes und des hinteren Ringes vor sich, wie die Fig. 14 und 15 sie wiedergeben. Nun kommt es aber, wie oben schon angedeutet wurde, darauf an, ob durch den Ring und den Stab das vordere Ende des Schwanzes hindurchtritt. Bei Raja scheint es, als ob man zuweilen im Inneren des fraglichen Spermiumstückes eine Fortsetzung des Axenfadens des Schwanzes gesehen hätte, die also durch den beschriebenen Stab nach vorne ziehe. In diesem Falle wäre, wie schon betont, dieses Stück als ein Teil des Schwanzes, als ein wahres *Verbindungsstück* desselben, aufzufassen und zu bezeichnen. Mir ist es jedoch nie gelungen, in diesem Stücke eine solche Fortsetzung des Axenfadens nach vorne hin nachzuweisen. Zwar ist es eigentümlich, dass ich nie eine Abtrennung des Schwanzes am Übergang zu dem fraglichen Stücke finden konnte,

sondern im Gegenteil hier stets einen sehr innigen Zusammenhang antraf. Infolge der bisher vorliegenden Befunde bei allen den untersuchten Elasmobranchiern bin ich jedoch bis auf weiteres am meisten dazu geneigt, das betreffende Stück nicht als wahres Verbindungsstück aufzufassen, sondern werde es lieber als *Mittelstück* bezeichnen, ungefähr in derselben Weise wie es bei den Urodelen der Fall ist; auch bei diesen entspricht ja das Glied zwischen dem Kopfe und dem Schwanze einem Teil des Centralkörperapparates und enthält in sich keinen Axenfaden als Fortsetzung des vorderen Schwanzendes.

Bevor ich die Besprechung dieses Stückes abschliesse, mag noch bemerkt werden, dass der hier beschriebene hintere Querring nicht bei jeder Behandlungsweise sichtbar ist (Fig. 10, 16, 18 etc.); es scheint, als ob der Ring am kräftigsten hervortritt, wenn eine starke Maceration in schwacher Kochsalzlösung angewandt wurde (Fig. 14, 15); in solchen Präparaten sah ich ihn massenhaft, und dann trat auch der Stab mit den umgebenden Körnern oder von ihnen befreit sehr prägnant hervor.

Der *Schwanz* ist etwas kürzer als bei Squalus, aber länger als bei Raja und Chimaera. Im Verhältnis zu seinem eigenen Kopfe ist er aber nicht gerade lang, nur etwa anderthalb mal so lang wie dieser. Wie die Fig. 10 zeigt, stellt er einen schmalen Faden von etwas abgeplatteter Form dar, welcher in der hinteren Hälfte immer schmäler wird und schliesslich am hinteren Ende spitz ausläuft. Schon an den unmacerierten Schwänzen erkennt man hier und da eine Zusammensetzung desselben aus zwei Fäden (Fig. 10), ebenso wie dass er spiralig gedreht ist, indem sich die Fäden in langen Windungen umeinander drehen. Infolge dessen erscheint er stellenweise breiter und schmäler, indem er an den schmäleren Stellen von der Kante her gesehen vorliegt. Nach hinreichender Maceration zerfällt der Schwanzfaden gewöhnlich in die zwei Fäden (Fig. 22 und 23), und hier und da erkennt man, dass von dem einen sich noch ein dritter Faden abtrennt. Es scheint also, als ob der Schwanz aus wenigstens drei Fäden bestehe; einen weiteren Zerfall in noch mehr Fibrillen war in meinen Präparaten nicht nachzuweisen, obwohl ein negativer Befund in dieser Hinsicht nicht beweisend ist.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass auch bei diesem Haie am vorderen Umfang des Schwanzes ein heller Körnerhaufen sitzt, welcher als ein mehr oder weniger langgestreckter, weicher, schleimiger Klumpen ihm lose anhängt und durch die Präparation von ihm sehr leicht abgestreift wird; zuweilen reicht dieser Anhang noch etwas am Mittelstück empor. Die Fig. 16 und 18 stellen solche Anhänge dar.

Wenn man nun die hier beschriebenen Spermien der vier verschiedenen Elasmobranchier überblickt, findet man, dass sie im ganzen einem gemeinsamen Typus angehören, obwohl mehr oder weniger ausgesprochene Verschiedenheiten vorhanden sind. Alle haben einen langen und schmalen, mehr oder weniger spiralig gedrehten, cylindrisch gestalteten *Kopf*, obwohl doch diese Spiraldrehung bei Etmopterus sehr schwach ausgeprägt ist; sie haben am Kopfe ein *Spitzenstück* und einen *Spiralfaserapparat* in der Hülle des Kopfes; bei Chimaera ist jedoch dieser Apparat äusserst schwach ausgebildet und lässt sich nur als unscharf begrenzte Verdickungen der Hülle nachweisen. Bei Raja ist diese Faser in der Regel eigentümlich gerade gestreckt.

Das hinter dem Kopfe folgende Stück, welches wahrscheinlich einem *Mittelstück* entspricht, ist relativ kurz, cylindrisch und mehr oder weniger körnig gebaut; es enthält einen centralen Stab und einen hinteren Ring, welche dem Centralkörperapparat angehören; bei Chimaera und Raja konnte zwar dieser Apparat von mir nicht nachgewiesen werden; ex analogia ist er jedoch wohl auch bei diesen Tieren zu finden. Der *Schwanz* besteht bei allen aus einem langen Faden, welcher von zwei (bis drei) Fädchen zusammengesetzt ist, die sich umeinander winden, so dass der ganze Schwanz hierdurch als spiralig gedreht erscheint; nach hinten hin spitzt er sich allmählich zu und endigt spitz, ohne ein eigentliches Endstück zu besitzen; wenn ein solches vorzukommen scheint, hängt dies davon ab, dass der eine Faden früher endigt.

Jedenfalls sind die Spermien der Plagiostomen, in ihrem komplizierten und stark spezialisierten Bau so interessant, dass es sich lohnen könnte, sie bei verschiedenen anderen Vertretern dieser Ordnung in genauer, eingehender Weise zu untersuchen, v. a. um vielleicht phylogenetisch niedrigere Stadien zu entdecken, welche eine Erklärung der bis jetzt näher bekannten Formen und damit auch einen Hinweis auf die Phylogenese dieser Tiere geben könnten. Leider stand mir das hierfür nötige Material nicht zur Verfügung. Für eine solche Untersuchung müssen natürlich nicht nur die reifen Spermienformen, sondern auch die früheren Entwicklungsstadien berücksichtigt werden.

Durch die neuen Untersuchungen Bashford Dean's[1]) über die Entwicklung von Chimaera scheint dargelegt zu sein, dass dieses Tier stark spezialisiert ist. Wenn man aber die Ausbildung und die Gestaltung der Spermien berücksichtigt, scheint mir dagegen diese Spezialisierung nicht besonders stark zu sein. Im Gegenteil scheinen mir diese Spermien auf einer niedrigeren, phylogenetisch älteren Stufe stehen geblieben zu sein, obwohl ihre allgemeine Gestalt dem Typus der Selachier nahe steht. Meine früheren Untersuchungen über das Gehörorgan der Chimaera (1881) haben deutlich dargetan, dass dies Tier phylogenetisch viel niedriger als die anderen Selachier stehen muss.

Bei einer anderen Tierklasse, wo eine starke Spezialisierung vorkommt, ist es mir ja in dieser Weise gelungen, die stammgeschichtliche Entwicklung der Spermienformen, und zwar von sehr niederen Stufen bis zu hoch spezialisierten zu verfolgen. Ich meine die Klasse der Mollusken, und ganz besonders die Gastropoden, wo von den niedersten Formen (bei Patella etc.) sich sehr hoch differenzierte Formen ausgebildet haben.

[1]) Bashford Dean, *Some embryological evidence as to the position of Chimæra.* Comptes rendus du 6. Congrès intern. de Zoologie. Session de Berne. 1904.

10.

Die Spermien der Vögel.

Tafel XXIX—XXXVII.

In seiner Abhandlung vom Jahre 1865 »Ueber die Samenkörperchen und ihre Entwicklung» besprach Schweigger-Seidel [1]) diese Bildungen u. a. bei den Vögeln, und zwar bei dem *Haushahn* und dem *Finken;* er gab dabei auch einige Figuren von denselben.

Beim *Haushahn* erkannte er im Köpfchen zwei Bestandteile; der eine nach vorn gelegene ist scharf konturiert, stark lichtbrechend und scheint nicht immer bis in die Spitze hineinzugehen; der hintere ist zarter, blasser und geht unmittelbar in den dünnen Schwanz über.

Bei dem *Finken* liegen ganz andere Verhältnisse vor. Das Köpfchen ist deutlich gewunden, und, besonders nach Behandlung mit verdünntem Glyzerin (oder Essigsäure), tritt eine Scheidung in zwei Abschnitte ein, in einen oberen und einen unteren, von denen der erste durch die Glyzerinbehandlung quillt und seine Windungen verliert. Der Schwanzfaden zeigt nach derselben Behandlung eine Zusammensetzung aus »mehreren Fibrillen», nämlich aus einem mittleren stärkeren, von zwei zarteren Konturen eingefassten Faden; in anderen Fällen macht er den Eindruck, als ob um einen Centralstrang ein Spiralfaden gelegt sei, resp. wellenförmig über denselben hinweglaufe; diese Erscheinungen erklärte er sich nur durch ein ungleiches Quellungsvermögen der Grenzschicht und der Inhaltsmasse entstanden, was für das Vorhandensein eines feinen, das Samenkörperchen einhüllenden Häutchens ein Beweis ist.

In demselben Jahre besprach v. la Valette St. George [2]) bei seiner Darstellung der ersten Entwicklung der Spermien kurz auch diese bei einigen Vögeln (Sperling, Buchfink, Distelfink, Taube), ohne doch diese Frage viel weiter führen zu können.

In seiner ersten Mitteilung über die Struktur der Spermien erwähnt O. S. Jensen [3]), dass er diese Elemente bei Mergus serrator genauer untersucht hatte und nach einer natürlichen Maceration im Mittelstück zwei nebeneinander liegende Stränge sich trennen sah, von denen keiner Spuren von Spiralwindungen zeigte. Auch die Stränge des Schwanzes traten sehr deutlich hervor. Jensen lieferte auch eine Abbildung des ganzen Spermiums, an dem man einen langen schmalen, vorn zugespitzten Kopf, ein kurzes cylindrisches Mittelstück und einen feinen fadenförmigen, nach hinten hin viel verschmälerten Schwanz erkennt.

Im J. 1884 lieferte dann v. Brunn [4]) eine zwar kurz gefasste, aber in mancher Hinsicht vorzügliche Darstellung der Spermien des *Sperlings*, zu welcher auch sieben Figuren gefügt wurden. Am *Kopfe* erkennt man nach ihm, besonders nach Osmium-Fuchsinbehandlung, die Sonderung in zwei Teile, wobei der untere Teil den Farbstoff nicht aufnimmt; mit Alaunkarmin behandelt, färbt sich dagegen das untere Stück, das obere bleibt farblos. Das untere (hintere) Stück des Kopfes, die untere Windung, verhält sich wie die Köpfe der Säugetierspermien und entspricht nicht dem Mittelstück bei Säugetieren und Amphibien, wie Schweigger-Seidel will, sondern dem ganzen Kopfe der Säugetierspermien. Das untere Stück (das Hauptstück) des Kopfes ist sonst auch vom oberen (dem Spiess) verschieden; es ist resistenter gegen Maceration in Kochsalzlösung, wobei das obere Stück quillt und

[1]) F. Schweigger-Seidel, *Ueber die Samenkörperchen und ihre Entwicklung.* Archiv für mikroskop. Anatomie. Band I, 1865.
[2]) v. la Valette St. George, *Ueber die Genese der Samenkörper.* Archiv für mikroskop. Anatomie, Band I, 1865.
[3]) Olaf S. Jensen, *Die Structur der Samenfäden.* Bergen 1879.
[4]) A. v. Brunn, *Beiträge zur Kenntniss der Samenkörper und ihrer Entwicklung bei Säugethieren und Vögeln.* Archiv für mikroskop. Anatomie, 23 Band, 1884.

sich löst; die beiden Teile trennen sich auch häufig von einander; die Grenze zwischen ihnen ist eine nach dem Hauptstück zu stark konvexe Fläche.

Der *Schwanz* ist nach v. Brunn von der konstanten Länge von 0,084—0,085 mm., vom Kopfe an geschlängelt und nimmt allmählich an Dicke ab; in einiger Entfernung vom Ende verdünnt er sich plötzlich und setzt sich in einen äusserst feinen blassen, nicht geschlängelten Faden fort; das oberste Stück des Schwanzes unter dem Kopfe ist dunkler, färbt sich nach Osmium-Fuchsinbehandlung rot und entspricht dem *Verbindungsstück*. Vom geschlängelten Teil des Schwanzes löst sich, wie schon Schweigger-Seidel bemerkt, gelegentlich ein gewundener Faden ab; ob aber dieser Faden, wie bei den Salamanderspermien, einseitig an der Axenfaser sitzt, oder ihn spiralig umgibt, konnte v. Brunn nicht sicher entscheiden; er glaubte sich für die erstere Annahme entscheiden zu sollen, weil an macerierten Schwänzen der wellige Faden auf lange Strecken ganz abgelöst gefunden wird. Dieser gewundene Faden reicht bis an das untere Ende des Hauptstückes des Schwanzes. Durch Fäulnis löst sich die geschlängelte Faser auf, während die gerade Axenfaser sehr widerstandsfähig ist und keine Spur mehr von einer Trennung in Hauptstück und Endstück zeigt. Vermutlich stellt die geschlängelte Faser den differenzierten Rand einer den Axenfaden einhüllenden Protoplasmamasse dar.

v. Brunn suchte auch die Bewegung dieser Spermien zu verfolgen. Diese ist nicht nur geradlinig fortschreitend, sondern auch mit dem Schwanze schlagend, und nicht nur rotierend.

Hinsichtlich der *Entwicklung* der Spermien fand er, dass die Umbildung der Rundzelle in den Samenkörper mit der Entstehung des Axenstranges des Fadens im Innern des Protoplasmas beginnt, wonach dieser frei hervortritt. Der Kern rückt nach dem einen Pol der Zelle hin und sondert sich in zwei Hemisphären, deren kaudale die dunkle Beschaffenheit behält, die andere sehr hell geworden ist und das Kernkörperchen, sowie eine kleine halbkugelige, auf der Fläche der dunklen aufruhende Prominenz zeigt. Es gelang ihm nicht, die Entwicklung dieser Veränderung zu verfolgen. »Zuerst glaubte ich», sagt er, »in der Begrenzung der hellen Halbkugel ein der Kopfkappe bei den Säugethieren entsprechendes Gebilde vor mir zu haben, aber ich bin davon zurückgekommen, weil ich in dem Hohlraum regelmässig das Kernkörperchen fand und weil ich die Kopfkappe der Säugethiere als ein protoplasmatisches Gebilde bezeichnen muss. Ich muss also die Herkunft dieser Bildung dahingestellt sein lassen und rechne sie einstweilen dem Kerne zu.» Die beiden Hemisphären des Kernes trennen sich oft an Osmiumpräparaten. Die ferneren Veränderungen des Kernes bestehen nun bloss in dem Verschwinden des Kernkörperchens und in der Verlängerung und spiraligen Aufwickelung der gebildeten Teile, wobei die untere Kernhemisphäre das Hauptstück des Kopfes, die obere den Spiess bildet, an welch letzterem stets die genannte dunkle Prominenz als dunkler spiraliger Faden, die helle Kappe als hautartige, halbseitige Umhüllung sichtbar bleiben. Unmittelbar hinter dem Kopf bemerkt man am Schwanze ein kugeliges dunkles Körperchen, welches in die Länge wächst und allmählich die Form und Grösse des Verbindungsstückes annimmt. Es entstammt nicht dem Kern, sondern wohl dem Protoplasma. Die Entstehung des wellenförmigen Fadens am Hauptstück des Schwanzes ist leicht zu verfolgen. In den späteren Stadien liegen die Spermien stets zu Bündeln vereinigt; in den früheren findet man sie als Rundzellen frei im Präparate.

Von anderen Vögeln untersuchte v. Brunn nur den *Haushahn* und den *Enterich*. Die Spermien dieser Tiere haben viel Ähnlichkeit unter einander und mit denen der Säugetiere. Die Bildung des Verbindungsstückes speziell erfolgt ganz in der Art wie bei jenen, indem sich um den Axenfaden aus dem Protoplasma Granula anfügen, welche zuerst als körniger Belag, dann als querstreifige Masse erscheinen und eine Spiralfaser im Bereich des Verbindungsstückes vortäuschen können, welche endlich miteinander zu einer homogenen Masse verschmelzen. Die Bildung des Axenfadens ist dieselbe intrazelluläre wie bei anderen Tieren.

Ich habe diese Darstellung v. Brunn's so eingehend wiedergegeben, weil sie so viele vortreffliche Beobachtungen und in Betreff der Entwicklung der Spermien schon das Meiste unseres Wissens enthält.

In einer kurzen Mitteilung im Anatom. Anzeiger bemerkte O. S. Jensen[1]) in Betreff der Spermien der Singvögel (genauer Emberiza citrinella), dass sich ohne Schwierigkeit wahrnehmen lässt, dass v. Brunn's »geschlängelter Faden» nicht wellenförmig auf der einen Seite des Axenfadens herabgeht, wie der Randfaden des Flossensaumes bei Salamandra, sondern den Axenfaden spiralförmig umgibt. Der Schwanz überhaupt zeigt, sagt er, sowohl was das Verbindungsstück wie das Hauptstück angeht, in den wesentlichsten Zügen dieselbe Struktur wie bei den Sägetieren.

---

[1]) O. S. Jensen, *Über die Struktur der Samenkörper bei Säugetieren, Vögeln und Amphibien.* Anatom. Anzeiger 1. Jahrg. 1886, Nr 10.

Die Veröffentlichung der übrigen Befunde Jensen's hinsichtlich der Spermien der Vögel wurde leider durch seinen frühen Tod inhibiert.

Im Jahre 1888 erschien aber dann E. Ballowitz's umfassende und grundlegende Arbeit »Die Spermatozoën der Vögel» [1]) welche noch immer im ganzen unseres Wissen auf diesem Gebiete enthält. Ballowitz untersuchte nicht weniger als 42 Vogelarten aus verschiedenen Ordnungen und Genera, und zwar aus der Ordnung Passeres nicht weniger als 29 verschiedene Arten aus 20 Genera. Er betont von Anfang an die Tatsache, dass sich bei den Vögeln zwei verschiedene Formen von Spermien finden welche sich hauptsächlich durch die Gestalt des Kopfes voneinander unterscheiden, indem bei den Singvögeln (Passeres), wie schon R. Wagner und Leuckart berichteten, der Kopf mehrere Spiralwindungen besitzt, deren Zahl bei den einzelnen Arten verschieden ist.

Ballowitz bestätigte im ganzen die Angaben und Befunde v. Brunn's, aber in Betreff des »geschlängelten Fadens» am Schwanze war er zu derselben Auffassung, welche Jensen im J. 1886 bestimmt ausgesprochen hatte, gekommen, nämlich dass dieser Faden sich um den Axenfaden spiralig windet und nicht an dessen einer Seite wellenförmig verläuft.

Unter den Singvögeln wählte Ballowitz besonders die auffallend grossen Spermien des *Buchfinken* zur Darstellung aus. Der sich am Schwanze windende spiralige Faden fällt oft in langen Strecken ab und wird im Vas deferens oft in isoliertem Zustande im Sperma angetroffen. Auch der Axenfaden lässt sich oft in nacktem Zustande antreffen und erscheint dann als langer, meist gerader, ganz glatter, drehrunder und solider Faden, welcher sich nach hinten hin allmählich verschmälert und in ein unmessbar feines Endstück übergeht. Durch Maceration, und ganz besonders durch Fäulnis, gelang es Ballowitz, den Axenfaden in eine Anzahl (2—7—10—11) von feineren Fasern zu zerlegen, und zwar auch in der Nähe des Endstückes. Diese Fibrillen lagern sich im Axenfaden zu zwei gleich dicken Bündeln zusammen, welche vorn mit einem Endknöpfchen endigen. Es ist möglich, dass schon Schweigger-Seidel diesen Zerfall des Axenfadens bemerkt hat, nachdem er die Spermien mit verdünntem Glyzerin maceriert hatte. Ballowitz fand bei verschiedenen anderen Singvögeln ganz ähnliche Verhältnisse wie beim Buchfinken. Bei allen diesen liess sich gleichfalls ein Verbindungsstück, Hauptstück und Endstück unterscheiden. Die Windungen des Spiralsaums waren bei den verschiedenen Vögeln mehr oder weniger deutlich erkennbar.

Am vordersten Ende des Schwanzes war stets das besonders von v. Brunn genauer gewürdigte *Verbindungsstück* deutlich nachweisbar. Es ist ziemlich lang und besteht aus zwei schmalen, lang ausgezogenen, nach hinten hin an Dicke abnehmenden Windungen.

Das *Endknöpfchen*, welches sich besonders nach dem Abfallen des Kopfes gut erkennen lässt, ist aus zwei Teilstückchen zusammengesetzt, welche sich bisweilen in etwas verschiedener Höhe am Axenfaden zu befinden scheinen. Das Endknöpfchen ist in eine Konkavität des Kopfes eingelassen. Zwischen Kopf und Verbindungsstück besteht eine schmale spaltartige Lücke, und diese könnte als »Hals» bezeichnet werden.

Bei einigen Passeres *(Oriolus, Lanius, Corvus)* war der Spiralsaum am Hauptstücke des Schwanzes undeutlich und schwer nachzuweisen, obwohl er sicherlich vorhanden ist; der Axenfaden war bei ihnen sehr fein. Die Spermien von *Muscicapa* bilden gewissermassen eine Übergangsform von diesen zu den anderen Passeres.

Ganz abweichend zeigten sich die Spermien von *Caprimulgus europaeus*, indem sie sich dem zweiten Typus der Vogelspermien anschliessen.

In Betreff der *Entwicklung* der Spermien der Singvögel bestätigte er, dass aus jedem Spermatocyt in einem bestimmten Stadium ein anfangs äusserst feiner Faden, der spätere Axenfaden, hervorhängt, welcher allmählich dicker wird. Nachdem die Spermatiden zu Bündeln zusammengelagert, und jede Geissel eines Bündels schon zum grössten Teil mit der Protoplasmaspirale umgeben ist, hat der Axenfaden anscheinend seine definitive Dicke und Länge erreicht; ein Endknöpfchen ist schon vorhanden. Die Entstehung der Fibrillen des Axenfadens dürfte durch eine Art Differenzierung seiner Substanz allmählich eintreten. Die Angaben v. Brunn's hinsichtlich der Entwicklung des Spiralsaums beim Sperling bestätigte Ballowitz bei anderen Singvögeln, indem dieser Saum aus dem Protoplasma des Spermatocyts entsteht, welches sich als breiter, geschlängelter Faden an dem Axenfaden herabzieht und bis zum Anfang des Endstückes vorrückt, schliesslich den Spiralsaum selbst bildend. Anfangs bildet das Protoplasma noch einen breiten Klumpen, welcher sich zu einem dicklichen Plasmafaden auszieht und zu der Plasmaspirale verschmälert, und zwar zuerst an dem vorderen Ende, während das hintere Ende noch eine

[1]) E. Ballowitz, *Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoën,* Zugleich ein Beitrag zur Lehre vom feineren Bau der contraktilen Elemente. Theil I. *Die Spermatozoën der Vögel.* Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. 32, 1888.

Anschwellung aufweist; das Protoplasma muss durch Wachstum selbst an Masse zunehmen. An den ausgereiften Spermien ist der Spiralsaum auffallend verschmälert. Der Entwicklung nach müsste also nach Ballowitz das ganze Hauptstück der Geissel der Singvögel dem Verbindungsstück der Säugetierspermien homolog zu erachten sein.

Die *Köpfe* der Spermien der Singvögel (mit Ausnahme von Caprimulgus) sind schraubenförmig und bestehen aus einem »Vorderstück« und einem »Hinterstück«. Beim Buchfinken zeigt der Kopf etwa $2^1/_2$ Windungen; er verschmälert sich nach vorn, etwa von seiner Mitte an und läuft schliesslich in eine sehr feine blasse Spitze aus. An diesem vorderen Kopfteil erhebt sich von der Mitte der ersten hinteren Windung an ein anfangs ziemlich hoher, zarter, membranartiger, heller Saum, welcher der konvexen Aussenfläche der Kopfspirale angeheftet ist; der freie scharfe Rand dieser Membran ist nach aussen und etwas nach vorn gerichtet. Der hintere Kopfteil zeichnet sich durch stärkeren Glanz aus. Durch Gentianafärbung des frischen Präparates differenzieren sich Vorder- und Hinterstück, indem sich das letztere weit weniger färbt. Gegen Maceration und Fäulnis, Essigsäure u. s. w. verhalten sie sich auch ganz verschieden, indem das Vorderstück anschwillt und sich auflöst, während das Hinterstück lange persistiert.

Das *Hinterstück* ist kurz und hinten schräg abgestutzt; im oberen Teile dieser Hinterfläche in der Nähe ihres Randes inseriert sich das Endknöpfchen, während das Vorderende des abgestutzten Verbindungsstückes an die übrige Partie der Hinterfläche unmittelbar anstösst. Die vordere Endfläche ist stark konkav und nimmt hier das hintere Ende des Vorderstückes auf, mit welchem es fest verkittet ist. Bei Einwirkung von Kochsalzlösungen, Essigsäure und anderen Reagenzien schwillt auch das Hinterstück stark an und nimmt bisweilen eine becherförmige Gestalt an. Merkwürdigerweise färbt es sich nach der Maceration (Kochsalzlös., Fäulnis) auch mit Anilinfarbstoffen intensiv. Wie v. Brunn zeigte, färbt es sich von den Kopfteilen allein mit Kerntinktionen, z. B. Alaun-Karmin.

Die Gestalt des Kopfes, die absolute und relative Grösse seiner Teile und die Ausbildung des schraubenförmigen Saumes unterliegen bei den einzelnen Arten mannigfachen Modifikationen. Der Kopfform des Buchfinken am nächsten steht die der übrigen Fringilliden. Bei Muscicapa grisola und Rubicilla phoenicura ist das Hinterstück nur klein, das Vorderstück ist relativ und auch absolut gross und lang und sehr schön korkzieherartig gebogen; eine Scheidung in Axenteil und Membran ist am Vorderstück nicht mehr zu konstatieren. Bei anderen Arten sind beide Kopfabteilungen gleichgross, z. B. bei Chelidon, oder es prävaliert das Hinterstück, z. B. bei vielen Sylvien, bei Sitta, Oriolus, Lanius, Corvus etc.; das letztere besteht dann gewöhnlich aus 3—$2^1/_2$ gleichgrossen Windungen. Sehr schmal, schraubenartig sind Kopfwindungen und Saum bei vielen Sylvien, Oriolus, Lanius u. a. m. Bei Phyllopneuste ist das Vorderstück mit seinen hinteren Windungen breiter als das Hinterstück.

Was nun die anderen Vogelordnungen, *Natatores, Grallatores, Gallinacei, Columbinae, Scansores, Raptatores* und den *Caprimulgus* betrifft, so sind nach Ballowitz ihre Spermien im wesentlichen bei allen diesen sehr gleichgestaltet; nur die der Columbinae zeigen einen abweichenden Bau. Wegen der Kleinheit aller dieser Spermien stand er von der Benutzung der Fäulnismaceration ab und hat nur die der Kochsalzlösungen benutzt.

Der *Schwanz* dieser Spermien bildet hier einen dünnen, kurzen Faden, welcher nur selten ganz gerade liegt. Er besteht aus einem kleinen Verbindungsstück, an dem eine zarte Querstreifung, oder Querriffelung, vorhanden ist, die am besten in den Hodenpräparaten hervortritt, und zwar besonders bei den Larusarten, den Raubvögeln, dem Cuculus, auch am Truthahn u. a. m. Man erhält hier den Eindruck, als ob die scheinbaren Querringe sich untereinander in Verbindung setzen, so dass enge Spiralwindungen eines schmalen Saumes entstehen. Auch sieht man nicht selten eine leichte Schrägstellung der Streifen. Die Erscheinung ist aber bei den einzelnen Arten und sogar an demselben Individuum Modifikationen unterworfen, so dass man suchen muss, um eine regelmässige Spiralbildung aufzufinden. Sehr zart und schmal sind die Windungen bei den Entenarten, dann auch bei Vanellus. Die Untersuchung wird auch erschwert durch die Vergänglichkeit der Spiralbildung; durch Kochsalzlösung, Fäulnis wird sie undeutlicher; durch Osmiumfixierung gewinnt sie nicht an Klarheit, sondern verliert sich vielmehr bei den meisten Spermien; es scheint, als ob sich zwischen den Windungen eine sich mitfärbende Zwischensubstanz fände. Bei den Lariden, Milvus, Cuculus u. a. m. scheint diese in geringerer Menge vorhanden zu sein, weshalb die Riffelung deutlich bleibt. Sehr reichlich ist sie dagegen beim Hahn, Specht und Caprimulgus, wo die Querstreifung im frischen Zustande deutlicher hervortritt.

Nach allem musste Ballowitz zu der Ansicht kommen, dass es sich in der Querstreifung des Verbindungsstückes um einen zarten, sehr schmalen, protoplasmatischen, leicht vergänglichen, um den Axenfaden in engen Touren gewundenen Spiralsaum handelt, dessen Windungen am reifen Spermium durch eine mehr oder weniger ausgebildete

Zwischensubstanz untereinander verbunden werden, welche die Neigung hat, bei Alteration leicht der Quere nach zu zerbröckeln.

Das Hauptstück des Schwanzes, welches gegen das Verbindungsstück scharf abgesetzt ist, ist sehr fein, mehrmals schmäler als dieses und besteht aus einem Axenfaden, welcher von einem sehr dünnen Protoplasmamantel umhüllt wird. Ein Endstück konnte nicht wahrgenommen werden. Die Zusammensetzung des Axenfadens aus Fibrillen wurde mehrfach beobachtet. Überall war ein Endknöpfchen vorhanden.

Bei *Columba* bieten die Spermien eine ganz andere Form dar. An dem langen, vom Kopfe wenig scharf abgesetzten Schwanze unterscheidet man ein etwas dickeres, an sich sehr langes Hauptstück, an dem eine sehr zarte Querstreifung mehr oder weniger deutlich hervortritt; dagegen fehlt ein nachweisbar abgegrenztes Verbindungsstück. Nach Maceration in Kochsalzlösungen tritt nun die Querriffelung mit schräggestellten Riffeln noch deutlicher hervor, welche den Eindruck einer spiraligen Bildung macht. Bei weiterer Einwirkung geschieht ein Zerfall in meist unregelmässige Querstücke, zwischen denen der feine, blass gefärbte Axenfaden erscheint; auch am Endstück trat ein feiner Querzerfall auf. Am vorderen Ende des Schwanzes war ein Endknöpfchen vorhanden. Am Axenfaden war eine Teilung in zwei oder sogar mehrere Fasern nachzuweisen. »Man könnte einwenden», sagt Ballowitz, »dass es sich in dem dickeren Theile der Spermatosomen des Täuberichs um ein sehr langes Verbindungsstück und in dem »Endstück» um ein kleines Hauptstück handele. Abgesehen davon, dass ein relativ so langes Verbindungsstück ein Unicum wäre, wird dieser Einwurf auch durch die Entwickelung nicht gestützt.»

Was die Struktur des *Kopfes* der Spermien dieser Ordnungen anbelangt, so ist sie nach Ballowitz schwer genau zu ermitteln. Die Gestalt desselben zeigt sehr verschiedene Formen. Die eine Form (Laridae, Milvus, u. a. m.) stellt schmale, cylindrische Stäbchen dar, welche sich nach vorn nicht oder nur sehr wenig verschmälern und sowohl vorn als hinten abgestutzt sind; an diesen Köpfen sah er bisweilen in frischen ungefärbten Präparaten eine äusserst zarte Querstreifung, welche durch querverlaufende Schatten hervorgerufen wurde. Durch Kochsalzlösungen quellen diese Köpfe, und zuweilen treten dadurch auch zahlreiche Querringe auf. An dem vorderen Ende dieser stäbchenförmigen Köpfe traf Ballowitz regelmässig ein Endknöpfchen (Spitzenstück) als rundes Kügelchen, sogar mit feinem, halsartigem Stiel.

Die andere, bei Cuculus, Picus, Columba, Gallus, Tadorna, Anas u. a. aufgefundene Kopfform ist gleichfalls drehrund, sie verschmälert sich aber nach vorne hin, von der Mitte an. An dem vorderen Ende dieser mehr nadelförmigen Köpfe findet sich sehr regelmässig eine feine Spitze, ein Spitzenstück, über dessen Zusammenhang mit dem Kopfe er keine rechte Klarheit erlangte. Beim Truthahn sah er dieses Stück als einen intensiv gefärbten, nicht gequollenen, feinen Stift. Bei Picus sah er dies Gebilde als dunkel gefärbtes Knöpfchen oder kurzes Stiftchen.

Bei Tadorna, Truthahn und Larus ridibundus fand er ferner in dem Sperma des Vas deferens vereinzelte grössere Spermien (Riesenformen).

Schliesslich studierte er auch die *Bewegung* der Singvogelspermien und fand an ihnen Vibrationen, welche sehr an die Schwingungen einer Saite erinnerten. Die geradlinig fortschreitende Bewegung wird durch die Kontraktionen des Schwanzes, die Rotation lediglich durch die Gestalt des Kopfes bedingt.

Eine ganz andere Bewegungsform zeigen die Spermien, deren Kopf keine Schraubenwindungen besitzt (Haushahn). Der Schwanz lässt hier regelmässige grössere Einbiegungen erkennen, so dass der optische Eindruck einer schlängelnden Bewegung entsteht, die aber nur eine scheinbare ist, indem sie in Wahrheit eine schraubenförmige Bewegung darstellt, was durch die Form des Kopfes hervorgerufen wird. Es ist nämlich der Kopf des frisch untersuchten Spermiums derart gebogen, dass er den kleineren Teil, fast die Hälfte einer Spiralwindung, bildet und hierdurch das Fortschreiten in der Richtung einer Schraubenlinie bedingt. Auch kopflose Spermien sah er sich lebhaft bewegen. Der Axenfaden ist nämlich der wesentliche Bestandteil des Spermiums und der eigentliche Träger der Kontraktilität.

In seiner Arbeit über die Spermien der Fische, Amphibien und Reptilien kam indessen Ballowitz[1]) auf die Frage von der Deutung der verschiedenen Abteilungen der Spermien der Vögel und zwar auch besonders derjenigen der Taube, zurück. »Nachdem ich die Samenkörper der Schlangen näher untersucht habe», sagt er hier, »möchte auch ich mich jetzt mehr der Ansicht zuneigen, dass sich die Geissel der Spermatosomen der Tauben aus einem langen Verbindungsstück und einem sehr kurzen Hauptstück zusammensetzt.»

[1]) E. Ballowitz, *Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoën.* Theil III: Fische, Amphibien, Reptilien. Archiv für mikroskop. Anatomie. 36. Band, 1890.

In seiner grossen übersichtlichen Arbeit über die Geschlechtszellen gibt Waldeyer [1]) die Darstellung von Ballowitz auch hinsichtlich der Vogelspermien wieder und teilt eine Figur dieses Autors von einem Spermium von Columba domestica mit. Er folgt dabei hauptsächlich der älteren Auffassung von Ballowitz, fügt aber an der Figur ausserdem die spätere Deutung desselben, obwohl mit Fragezeichen versehen, bei (Hauptstück—Endstück und Verbindungsstück—Hauptstück).

In seiner Darstellung »Die Mitochondria» bespricht dann (1903) Benda [2]) den Bau der Spermien der *Taube* und stellt von denen von Ballowitz und später nach dessen Vorgang auch von Waldeyer [3]) gelieferten Darstellungen ganz abweichende Ansichten dar. »Bei der Taube dagegen», sagt Benda, »und bei Lacerta umgibt . . . der chondriogene Mantel als eine sehr lockere, äusserst feinfadige Spirale den Kopf und das centrosomale Mittelstück . . .» »Bei der Taube findet während dieser Entwickelung eine mächtige Verlängerung des Kernes statt. Die letzten Reifungserscheinungen sind bei der Taube so schwer zu verfolgen, dass ich immer wieder an der sich aus dieser Entwickelung ergebenden Deutung der reifen Spermie irre wurde, zumal diese Deutung mit der bis jetzt gangbaren im krassesten Widerspruche steht. In der von Ballowitz gegebenen, bei Waldeyer reproduzierten Darstellung ist ein kleiner vorderer Abschnitt als Kopf, ein sehr langer, mit Spiralfaden umgebener Abschnitt als Hauptstück des Schwanzes angesehen. In späterer Veröffentlichung neigte Ballowitz», bemerkt Benda, »dazu, den langen umhüllten Abschnitt als Verbindungsstück zu betrachten. Waldeyer bemerkt hierzu sehr treffend: 'Ich muss wiederholt hinweisen, dass wir zu einer sichern Deutung erst kommen, wenn für die einzelnen Spermienformen eine histogenetische Analyse vorliegt, wie wir sie Meves, Benda für die Säugetierspermien und Salamandra verdanken'. »Soweit ich überblicken kann», fügt dann Benda hinzu, »*ist das Resultat der histogenetischen Analyse dahin zu fassen, dass der grosse von Spiralhülle umgebene Abschnitt dem Kopf und nur zum kleinsten Teil dem centrosomalen Mittelstück entspricht. Der vordere glatte Abschnitt wäre dann im Wesentlichen das Perforatorium* [4]) (idiozomalen-archiplasmatischen Ursprungs) und allenfalls ein kleiner Kopfabschnitt. Ich würde diese zunächst so paradoxe Erklärung nicht gewagt haben, wenn nicht das Resultat mit demjenigen bei Reptilien in schönster Übereinstimmung stände.»

Ich habe diese Darstellung Benda's ausführlich wiedergegeben, weil dieselbe so sonderbare Ansichten und Deutungen enthält, dass sie eingehender behandelt zu werden verdient. Ich komme auch unten auf seine Deutungen zurück.

Was aber die oben gegebene Darstellung von Ballowitz hinsichtlich der Vogelspermien betrifft, so habe ich dieselbe aus dem Grunde so eingehend und genau referiert, weil sie so viele schöne und tief eindringende Beobachtungen und Angaben enthält, dass sie, zusammen mit v. Brunn's kurzgefasster Beschreibung, stets den eigentlichen Ausgangspunkt unseres Wissens auf diesem Gebiete bilden wird.

Nach dieser geschichtlichen Darstellung gehe ich zu meinen eigenen Beobachtungen über. Nach den umfassenden und eingehenden Untersuchungen von E. Ballowitz schien es mir zwar nicht wahrscheinlich, dass auf diesem Gebiete besonders viel Neues zu finden wäre. Das interessante Thema hat mich aber schon lange zu eigenen Studien gelockt, und in den letzten Jahren fand ich endlich Zeit und Gelegenheit dazu. Leider zeigte es sich aber schwieriger, als ich vermutet hatte, das nötige Material zu erhalten. In unserem Lande ist es ja nunmehr gerade während der Paarungsperiode der Vögel nicht erlaubt, die allermeisten der für diese Untersuchungen passenden Vogelarten zu töten. Hierdurch wurde ich in mancher Beziehung in meiner Arbeit gehindert. Durch meinen Freund Professor Einar Lönnberg wurde dieses Hindernis jedoch in mehrfacher Beziehung bewältigt, und ich spreche ihm für diese gütige Beihülfe meinen besten Dank aus. Und gleichwohl gelang es mir nicht, mehrere für diese Studien besonders interessante Vögel zu bekommen, obwohl sie in Schweden nicht selten sind. Dahin rechne ich z. B. den Caprimulgus und v. a. die Garrulusarten, obwohl dieselben von geschickten Jägern lange für mich gesucht wurden.

---

[1]) W. Waldeyer, *Die Geschlechtszellen,* Oscar Hertwig's Handbuch der vergl. und experim. Entwickelungsgeschichte der Wirbeltiere. Bd I, 1901.

[2]) C. Benda, *Die Mitochondria,* Merkel-Bonnet's Ergebnisse, XII, Band, f. 1902 (ersch. 1903).

[3]) W. Waldeyer, *Die Geschlechtszellen.* Oscar Hertwig's Handbuch der vergl. und experim. Entwickelungeschichte der Wirbeltiere 1901.

[4]) Von mir kurs. G. R.

Die Vogelarten, deren Spermien ich untersuchen konnte, waren folgende:

Uria Troile (L.).
Larus fuscus (L.).
Anas boschas (domestica) L.
Fuligula fuligula (L.).
Fulica atra L.
Crex crex (L.).
Vanellus vanellus (L.).
Tringa alpina L.
Totanus ochropus (L.).
Scolopax rusticola L.
Pavoncella pugnax (L.).
Columba livia (domestica) (L.).
Gallus gallus (L.).
Psittacus
Syrnium aluco (L.).
Dendrocapus major (L.).
Corvus cornix L.
Pica pica (L.).
Sturnus vulgaris L.
Turdus musicus L.
Aedon luscinia (L.).
Muscicapa atricapilla L.
Phylloscopus sibilator (Bechstein).
Alauda arvensis L.
Anthus obscurus (Latham).
Fringilla coelebs L.
Chrysomitris spinus (L.).
Chloris chloris (L.).
Passer domesticus (L.).
Emberiza citrinella L.

Es sind dies im ganzen 30 Arten und Genera. Ausserdem untersuchte ich mehrere Arten derselben Genera, z. B. von Turdus, Psittacus, Emberiza u. s. w., sowie auch eine Reihe von Vögeln, bei welchen die Spermien noch nicht so ausgereift waren, dass ich dieselben in die Darstellung aufnehmen wollte, z. B. Merganser merganser (L.), Somateria mollisima (L.), Accipiter nisus (L.) und viele verschiedene Passeres.

Wie meine Vorgänger auf diesem Gebiete, bin auch ich zu dem Hauptergebnis gekommen, dass bei den Vertretern der allermeisten Ordnungen der einfache, echt sauropside Typus der Spermien der alleinherrschende ist, und dass nur bei den Passeres ein eigentümlich komplizierter Typus auftritt, welcher sich in etwas verschiedenen Formen und Variationen entwickelt. Bei einer Familie dieser Ordnung habe ich indessen eine Organisation der Spermien entdeckt, welche vielleicht eine Übergangsform zwischen denen der beiden Gruppen bildet. Ich beginne hier mit der grossen Gruppe der Vögel, deren Spermien den echten Sauropsidentypus darbieten und behandle jede Vogelart für sich. Da indessen die Spermien der meisten Vertreter dieser Gruppe hinsichtlich ihrer Spermien einander sehr nahe stehen und nur geringere Differenzen zeigen, kann ich die Beschreibungen im allgemeinen ganz kurz machen.

Lamellirostres.

Fam. Anatidæ.

Anas Boschas (domestica) L.

(Taf. XXIX, Fig. 1—15.)

Der *Kopf* der reifen Spermien (Fig. 1—3) ist lang, schmal cylindrisch und verschmälert sich noch weiter nach vorn, wo er ein mit Rosanilin sich stark färbendes, fingerspitzenförmiges *Spitzenstück* trägt, welches sich auch gegen sein vorderes Ende verschmälert; vom hinteren, quer abgestutzten Ende dieses Stückes setzt sich nach hinten hin ein ebenfalls sich stark färbendes Stäbchen fort, welches in die Substanz des Kopfes axial eindringt (Fig. 1). Nach Maceration findet man zuweilen die äussere Hülle des Spitzenstückes abgefallen und nur ein nadelförmiges Stäbchen zurückgeblieben (Fig. 3), welches sich direkt in das erwähnte, in die Kopfsubstanz eindringende Stäbchen fortzusetzen scheint. Dies wird noch deutlicher, wenn durch die Maceration der Kopf ausschwillt, wobei das Spitzenstück nicht schwillt. Die Fig. 5 stellt einen solchen angeschwellten Kopf mit unverändertem Spitzenstück dar, in welchem das nach hinten ziehende Stäbchen scharf hervortritt. In Fig. 4 sieht man einen ebenfalls angeschwellten Kopf mit maceriertem Spitzenstück, wobei sowohl die vordere als die hintere Spitzenpartie zu erkennen sind. In dem Kopfe bemerkt man sonst keine Struktur; auch von der unzweifelhaft vorhandenen dünnen Hülle desselben sieht man nichts, keine spiraligen Fäserchen o. d.

Das sich am hinteren Ende des Kopfes quer ansetzende, sich stark färbende Stück, welches offenbar dem *Verbindungsstück* der Spermien der Reptilien entspricht, hat ungefähr nur ein Drittel der Länge des eigentlichen Kopfes, ist ebenfalls schmal cylindrisch und ein wenig schmäler als der Kopf. In manchen Fällen bemerkt man in dieser Partie keine Struktur, und ihre Oberfläche ist glatt und eben (Fig. 2, 5); bei anderen Spermien (Fig. 3, 4) treten an den beiden Aussenrändern Knötchen hervor, welche als in der Substanz eingebettete Körnchen erscheinen. In noch anderen Fällen (Fig. 1) sieht man, dass diese Körnchen der beiden Seitenränder in regelmässig alternierender Anordnung gruppiert und als optische Durchschnitte eines Spiralfadens aufzufassen sind. An jüngeren, noch nicht ausgereiften Exemplaren tritt dann dieser spiralige Faden oder Strang noch deutlicher hervor, indem die die Spiraltouren sonst ausfüllende Substanz hier weggefallen ist. Die Fig. 6 und 7 bieten solche Fälle dar; in der Fig. 6 erkennt man noch, besonders oben, dass der Strang aus Körnchen zusammengesetzt ist. In der Regel kann man an ihm fünf Windungen wahrnehmen. Es kommen indessen solche Spermien vor, bei denen sich der Spiralstrang gewissermassen erweitert und zusammengezogen hat und dann eine noch geringere Anzahl von Windungen darbietet (Fig. 8). Jedenfalls geht aber aus den unreifen Stadien hervor, dass der Spiralstrang sich als eine Reihe von Körnchen anlegt.

In der Axe des Verbindungsstückes findet sich ein gerader, ziemlich schmaler *Axenfaden* (Fig, 6, 7, 8), um welchen sich der Spiralstrang windet. Dieser Faden, welcher in das Verbindungsstück vom Hauptstück emporsteigt, endet oben, bei dem Ansatze am Kopfe, mit einem schon längst von E. Ballowitz genau beschriebenen kugeligen »Endknöpfchen», welches, wie er betont, besonders deutlich hervortritt, wenn der Kopf abgefallen ist. Dieses Endknöpfchen, welches schon in den Fig. 1 und 3 sichtbar ist, lässt sich also in den Fig. 6, 7, 8, 9, 10 sehr gut studieren. Es nimmt das Rosanilin und das Hämatoxylin sehr gerne an. Offenbar stellt es den *proximalen Centralkörper* dar. Hin und wieder bemerkt man aber ausserdem etwas weiter hinten am Axenfaden ein kleines ringförmiges Gebilde (Fig. 10), welches als der *distale* Centralkörper zu deuten ist. Es ist nur eigentümlich und schwer erklärlich, dass man diesen Ring nicht konstant findet, um so mehr, als er auch bei anderen verwandten Vogelspermien oft auftritt. An den reifen Spermien ist er indessen nicht wahrnehmbar, indem er stark verkümmert ist; nur bei den unreifen lässt er sich bemerken.

Das *Hauptstück* des Schwanzes stellt (Fig. 1 und 2) einen langen, vorn, beim Anfang am Verbindungsstück, noch verhältnismässig breiten Faden dar, welcher sich aber allmählich immer mehr verdünnt und schliesslich fein zugespitzt endigt, ohne ein deutlich abgesetztes, eigentliches Endstück zu zeigen. Wie Ballowitz an verschiedenen Vogelspermien nachwies, lässt sich der Axenfaden des Schwanzes, welcher von einer dünnen Hülle umgeben ist, durch Maceration in mehrere Fäserchen, am gewöhnlichsten in drei, auflösen (Fig. 3, 9).

Um die Kopfentwicklung besser zu verstehen, studierte ich auch die späteren Stadien der Spermiogenese. Der Kopf liegt, wie bei den Sauropsiden im allgemeinen, lange gekrümmt in der Zelle, von dem Protoplasma derselben umschlossen (Fig. 15); er ist anfangs dicker, und das Spitzenstück ist noch nur ein konvexer Kuchen der Schwanz ragt von dem proximalen Centralkörper, ohne deutliches Verbindungsstück, frei aus der Zelle hinaus. In späteren Stadien (Fig. 12—14) findet man den Protoplasmaklumpen teils am Kopfe haftend, meistens seine hinteren Teile umgebend, teils die Stelle des Verbindungsstücks umhüllend, während der Kopf selbst sich immer mehr aufgerichtet hat und mit seiner Spitze aus dem Klumpen hervorragt; ein Spitzenstück ist in der Ausbildung, anfangs ganz schmal, später breiter werdend. Am Verbindungsstück bemerkt man nun eine lange Röhre, eine s. g. Kopfmanschette (Fig. 14); in Fig. 11 findet man diese Röhre von dem Protoplasmaklumpen befreit. Erst danach sammeln sich um den Schwanzfaden die Körner, welche die Spiralfaser bilden. Man hat hier also ungefähr denselben Prozess, welcher bei den Mammalien überall vorkommt.

Fuligula fuligula (L.).

(Taf. XXIX, Fig. 16—19.)

Die Spermien von Fuligula sind denen von Anas boschas im ganzen sehr ähnlich, weshalb es sich nicht lohnt, sie eingehender zu beschreiben und eine Reihe von Abbildungen derselben zu veröffentlichen. Die Fig. 17 stellt einen Kopf mit dem Spitzenstück und das Verbindungsstück dar; auch hier geht vom Spitzenstück ein Stäbchen nach hinten in die Kopfsubstanz hinein, und im Verbindungsstück bemerkt man die 4—5 Körnchenreihen. In Fig. 16 ist ein Spermium abgebildet, an dessen Kopf das Spitzenstück teilweise nach vorne gezogen worden ist, wodurch das Hinterende vom Kopfe abgelöst wurde; das hintere Stäbchen ist aber noch in die Kopfsubstanz eingesenkt. Der proximale Centralkörper sitzt als ein kugeliges Korn im Hinterende des Kopfes. Das Hinterende

des Schwanzes wurde nicht mitgenommen. Die Fig. 18 stellt den Kopf dar, wie er sich nach der Behandlung mit Zenker-Heidenhain zeigte. Die Fig. 19 ist ein noch unreifes Spermium, von dem nur die Anfangspartie des Schwanzes und der Kopf mit dem proximalen Centralkörper und dem noch restierenden Protoplasmaklumpen abgebildet worden sind.

Lari.

Larus fuscus L.

(Taf. XXIX, Fig. 20—28.)

Die Spermien von Larus ridibundus sind von E. Ballowitz abgebildet worden. Die von mir untersuchten Spermien von Larus fuscus sind von demselben Typus. Zwar fand ich in meinen Präparaten keine ganz ausgereiften, so dass im Verbindungsstück noch die Zusammensetzung aus getrennten Körnchen herrschte und nur an einzelnen der Übergang von Körnchenreihen in einen Spiralstrang bemerkbar war. Da aber gerade diese Verhältnisse interessant waren, habe ich diesen Spermien eine nähere Aufmerksamkeit gewidmet und eine Anzahl von Abbildungen von ihnen auf der Tafel XXIX mitgeteilt.

Die Fig. 20 stellt ein vollständiges Spermium dar. Der *Kopf* ist schmal cylindrisch, von etwas wechselnder Länge und verschmälert sich nur wenig nach dem vorderen Ende hin; hier sitzt ein kleines, halbkugeliges Spitzenstück wie ein kleiner, stark gefärbter und scharf abgegrenzter Kuchen auf. Am hinteren Kopfende stösst der *proximale Centralkörper* als ein noch kleinerer, stark gefärbter Kuchen hinzu, und von ihm geht der schmale *Schwanzfaden,* zuerst als Axenfaden des Verbindungsstückes und dann als Hauptstück, aus, um sich am hinteren Ende allmählich zu verdünnen und als spitzes Fädchen ohne abgesetztes Endstück auszulaufen. Am Verbindungsstück bemerkt man hinten gegen das Hauptstück einen kleinen Querring, welcher offenbar dem *distalen Centralkörper* entspricht. Ringsum den Axenfaden des Verbindungsstücks findet man eine Anzahl von runden Körnchen oder Kugeln, welche indessen noch nicht eine deutliche spiralige Anordnung darbieten und noch keinen Strang bilden. Die Fig. 21, 24, 27 und 28 zeigen andere Exemplare von Spermien in diesem noch nicht ganz reifen Stadium mit freien Körnchen im Verbindungsstück. In Fig. 24 sieht man den distalen, und in allen diesen Figuren den proximalen Centralkörper; das Spitzenstück ist von etwas verschiedener Grösse, bald mehr niedrig, kuchenförmig (Fig. 24), bald halbkugelig oder sogar tütenförmig (Fig. 27). In Fig. 26 sind die Körnchen noch weniger ordentlich angereiht, was darauf hindeutet, dass dieses Spermium einem noch früheren Stadium angehört, in welchem der Protoplasmaklumpen das Verbindungsstück eingehüllt hat und von ihm abgerissen worden ist; die gekrümmte Gestalt des Kopfes weist auch darauf hin.

In Fig. 25 sieht man dann, dass die Körnchen sich im Verbindungsstück in spiraliger Lage angeordnet haben; und in Fig. 22 liegt ein Stadium vor, in welchem im hinteren Teil ein wirklicher Spiralstrang gebildet worden ist, während im vorderen Teil die Körnchen noch frei liegen und sich zu einem Spiralstrang noch nicht zusammengepackt haben. Von diesem Stadium zu dem ganz reifen, mit einem vollständigen Spiralstrang und mit einer diesen einhüllenden Substanz versehenen ist der Übergang leicht zu verstehen.

Was das Spitzenstück betrifft, so ist schon oben bemerkt worden, dass seine Grösse und Gestalt etwas variieren, indem es kürzer oder länger sein kann. In Fig. 23 ist ein solches Stück abgebildet, wo am Fusse, beim Ansatz an dem Kopfe, eine starke ringförmige Verdickung vorhanden ist. In der Tat bemerkt man auch an dem Spitzenstücke im allgemeinen eine Andeutung zu einem solchen Ring, welcher jedoch von geringerer Stärke ist (Fig. 21, 22, 25, 28).

Uria Troile (L.).

(Taf. XXIX, Fig. 29.)

Da das mir zugängliche Material von Uria Troile keine ganz reifen Spermien enthielt, habe ich von diesen Spermien auf der Tafel nur ein Exemplar mitgeteilt, und zwar nur um den allgemeinen Typus anzugeben. Der Kopf ist an diesem Spermium sicherlich noch nicht fertig; er ist wohl noch zu dick und wird allmählich schmäler

cylindrisch. Das Spitzenstück ist dagegen wahrscheinlich vom fertigen Aussehen. Die *Centralkörper*, sowohl der proximale als der distale, sind sichtbar, beide als ringförmige Gebilde. Am Verbindungsstück bemerkt man ringsum den Axenfaden einen Beleg von kleinen Körnchen, welche sich noch nicht zu einem Spiralstrang zusammengelegt haben.

Grallae.

Vanellus vanellus L.

(Taf. XXX, Fig. 1—4.)

Ich fange bei der Darstellung der Spermien der zu der Ordn. Grallae zu rechnenden Vögel mit den Spermien des zur Fam. Charadriidae gehörenden Vanellus an, weil sie schon früher (1888) von E. Ballowitz als ein Typus dieser Ordnung aufgeführt und abgebildet worden sind.

Eigentümlicher Weise ähneln die Spermien von Vanellus in auffallendem Grade denen von Larus, indem sie nur ein wenig kleiner sind. Der *Kopf* ist schmal cylindrisch. Das Spitzenstück stellt einen halbkugeligen Kuchen dar, welcher mit einem ringförmigen Fusse an dem Vorderende des Kopfes befestigt ist (Fig. 1, 4). In der Axe des Kopfes schimmert oft, obwohl undeutlich, ein feiner Streifen hervor, dessen Natur schwer verständlich ist (Fig. 1); ein von dem Spitzenstück direkt kommender Faden oder Stab, wie bei Anas und Fuligula, war aber nicht zu konstatieren. Durch Maceration fiel zuweilen die äussere Hülle des Spitzenstückes ab, und dann blieben nur der Fussring desselben und ein feines, nach vorn hin hervorragendes axiales Stäbchen zurück (Fig. 3). Offenbar ist es dieses Stäbchen, welches Ballowitz vor sich gehabt hat, als er in zwei seiner Figuren von den Spermien des Vanellus das Spitzenstück als eine an dem vorderen Ende des Stäbchens befestigte Kugel wiedergegeben hat (»Fein gestieltes, kugeliges, blasses Spitzenstück») und durch eine geringe Maceration hervorgerufen ansieht. Er hat dies auch bei den Larus-Spermien gefunden. Dann habe ich aber an den Spermien von Vanellus oft eine blasige Auftreibung des Spitzenstückes gesehen, welche wohl auch als eine Quellung zu betrachten ist; in der Fig. 2 ist ein solches Spermium abgebildet; es scheint, als ob sich eine äussere Hülle von dem eigentlichen Spitzenstück abgelöst hat und blasig angeschwollen ist.

An den Köpfen der Spermien von Vanellus hat Ballowitz eine eigentümliche Querstreifung der Rindensubstanz gefunden; an frischen Präparaten sah er oft eine äusserst zarte Querstreifung und an tingierten einen Zerfall in zahlreiche, schmale, mehr oder weniger deutlich von einander getrennte, sich intensiv färbende Querringe, welche schliesslich in feine Körnchen zerbröckelten, wobei der Kopf vollständig aufgelöst wurde. In meinen Präparaten habe ich nichts derartiges angetroffen. Die Köpfe zeigten sich stets glatt und eben, ohne Querstreifen und Querringe. Weder in der dünnen Hülle noch in der Substanz des Kopfes sah ich solche Strukturen.

Am hinteren Kopfende befestigt sich der *proximale Centralkörper* (Fig. 4), und an ihm läuft auch der Axenfaden des Schwanzes aus, indem er sich, wie gewöhnlich, durch das Verbindungsstück in das Hauptstück fortsetzt.

Das *Verbindungsstück* des Schwanzes ist nur etwa ein Drittel so lang wie der Kopf und zeigt im ganz ausgereiften Stadium (Fig. 3) eine undeutlich körnige Struktur oder auch (Fig. 1) eine Zusammensetzung aus Körnern, welche durch eine sich dunkel färbende Substanz zusammengeklebt sind. In etwas jüngeren Stadien (Fig. 4) liegen diese Körner deutlich und klar nebeneinander, in noch jüngeren (Fig. 2) sind sie weniger regelmässig angeordnet und von etwas verschiedener Grösse.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist im ganzen nicht lang, etwa $4^1/_2$ mal länger als der Kopf, und läuft als ein ziemlich dünner Faden, allmählich verschmälert, in ein fein zugespitztes Ende aus, an dem kein abgesetztes Endstück vorhanden ist.

Tringa alpina L.

(Taf. XXX, Fig. 5—8.)

Die Spermien von diesem und den folgenden zwei zu der Fam. Scolopacidae gehörenden Vögeln, Totanus ochropus und Scolopax rusticola, bilden einen von dem der Vanellus-Spermien differenten Typus.

Bei Tringa findet man zwar auch einen im ganzen cylindrischen Kopf, aber derselbe ist spiralig gewunden mit etwa zwei stark ausgeprägten Windungen (Fig. 5), und von seinem vorderen Ende setzt sich ein langes, eigentümlich gestaltetes *Spitzenstück* fort, welches in derselben Weise gewunden ist. Das Verbindungsstück ist verhältnismässig lang und ebenfalls etwas gewunden.

Das Spitzenstück hat einen ziemlich breiten Fuss, an dessen Rand ein sich dunkel färbender Ring liegt, und spitzt sich allmählich gegen das vordere Ende zu, wo es, ganz spitz, schief nach der Seite hin ausläuft. Es bildet an seiner lateralen Fläche einen Spiralsaum, welcher als ein dunklerer Faden etwas hinausragt (Fig. 5). Das Verbindungsstück ist nicht viel kürzer als der eigentliche Kopf und stellt, wie erwähnt, einen spiralig gedrehten, glatten Cylinder dar, in welchem ein körniger Bau nur sehr undeutlich hervorschimmert (Fig. 5). Am vorderen und am hinteren Ende dieses Verbindungsstückes bemerkt man je einen dunklen Ring, welche beide als der *proximale* und der *distale Centralkörper* aufzufassen sind. Vom hinteren Ende des relativ breiten Verbindungsstückes setzt sich als schmaler Faden das nicht besonders lange *Hauptstück* fort und läuft allmählich verdünnt in ein spitzes Ende aus, an dem kein abgesetztes Endstück nachweisbar ist. Das Hauptstück ist nur etwa 4 mal so lang als der eigentliche Kopf, und der ganze Schwanz ist nur etwa $3^1/_2$ so lang als der ganze Kopf (mit Spitzenstück).

An den nicht ganz reifen Spermien erkennt man (Fig. 6, 7) im Verbindungsstück eine deutlich ausgeprägte Zusammensetzung aus kugeligen Körnern, welche sich zuletzt spiralig anordnen. Und in der Axe desselben verläuft der schmale Axenfaden. Bei diesen Spermien ist die spiralige Drehung des Kopfes und dessen Spitzenstückes weniger scharf ausgeprägt, aber doch ganz deutlich.

Wenn der Kopf vom Schwanze abgelöst ist, bemerkt man (Fig. 8) am Vorderende des letzteren den ringförmigen proximalen Centralkörper, der im optischen Durchschnitte als zwei nebeneinander gelegene Körnchen erscheint, und nur ein ganz kleines Stück hinter ihm noch einen ringförmigen Körper. Ich habe diese Anordnung an solchen abgelösten Schwänzen mehrmals gesehen, ohne sie sicher verstehen zu können. Wenn die Hülle des Verbindungsstückes noch vorhanden ist, bemerkt man diesen letzteren Ring nicht. Dass er dem distalen Centralkörper entspreche, stimmt kaum damit überein, dass am hinteren Ende des Verbindungsstückes (Fig. 5, 7) ein kleiner Ring nicht selten wahrnehmbar ist. Dass der genannte hintere Ring ein noch nach hinten hin wandernder distaler Centralkörper ist, lässt sich kaum annehmen, weil der Schwanzfaden schon ziemlich dick erscheint. Das Vorkommen dieses Ringes dicht hinter dem eigentlichen proximalen Centralkörper ist aber nicht nur bei Tringa nachweisbar, sondern auch bei mehreren anderen Vögeln (s. u.), und Ballowitz hat es schon längst bemerkt.

Totanus ochropus (L.).

(Taf. XXX, Fig. 9—10.)

Dem eben beschriebenen Typus der Spermien von Tringa stehen diejenigen von Totanus nahe. Der *Kopf* ist spiralig gewunden, schmal cylindrisch; und sein *Spitzenstück* ist, obwohl kürzer, ebenfalls gewunden, stark zugespitzt und nach der einen Seite umgebogen, sowie mit einem Randwulst versehen. Das *Verbindungsstück* ist nicht viel kürzer als der eigentliche Kopf (etwa $^4/_5$ des letzteren); es verschmälert sich nach hinten hin und zeigt in seiner Hülle eine Reihe von Körnern (13—14 sind an jeder Kante zu zählen). Das *Hauptstück* ist länger als bei Tringa und verschmälert sich gegen das hintere spitze Ende allmählich immer mehr; kein abgesetztes Endstück.

Die Länge des Kopfes wechselt. In einzelnen Spermien ist sie bedeutend. Besonders in jüngeren Stadien traf ich einige sehr grosse Köpfe (Fig. 10); das hier ebenfalls grosse Spitzenstück zeigte sich dann noch stark klauenförmig nach einer Seite gebogen.

Scolopax rusticola L.

(Taf. XXX, Fig. 11—12.)

Die Spermien von Scolopax stehen, wie oben erwähnt, ebenfalls dem Typus der Tringa-Spermien nahe. Wie die Fig. 11 und 12 zeigen, findet man auch hier einen spiralig gewundenen, schmal cylindrischen *Kopf* mit langem, spiralig gewundenem Spitzenstück. Der Kopf ist aber noch schmäler als bei Tringa und zugleich länger, mit zwei noch mehr ausgezogenen Windungen versehen. Das *Spitzenstück* setzt die oberste Kopfwindung gewunden fort, spitzt sich allmählich zu und hat eine fadenförmig verdickte Kante.

Das *Verbindungsstück* ist aber noch bedeutend länger als bei Tringa, und sogar länger als der eigentliche Kopf selbst. Es bildet einen schmalen Cylinder und ist gewöhnlich auch etwas gewunden, mit ebener Oberfläche und in seiner Substanz nur schwach wahrnehmbarer Körnigkeit. An etwas macerierten Spermien (Fig. 12) sieht man aber in seiner den Axenfaden umgebenden Hülle einen Zerfall in kurze Querringe, deren Anzahl etwa 23—24 ist; hier und da sieht es so aus, als ob dieselben untereinander zusammenhingen und spiralige Stücke bildeten. Am vorderen Ende des Verbindungsstücks bemerkt man zwei nebeneinander gelegene Körnchen, welche dem proximalen Centralkörperring entsprechen (Fig. 11, 12). Einen distalen Centralkörperring konnte ich dagegen nicht sicher nachweisen.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist nicht lang, etwa $3\,^1/_3$ mal so lang als der ganze Kopf. Das Hauptstück ist im ganzen dünn und spitzt sich am hinteren Ende zu. Bisweilen liess sich ein deutlich abgesetztes feines Endstück nachweisen (Fig. 11).

Fulica atra (L.).

(Taf. XXX, Fig. 13.)

Die Spermien der zu der Fam. Rallidae gehörenden Fulica weichen dagegen von dem Tringa-Scolopax-Typus ab. Der Kopf ist nicht spiralig gewunden, nur oft etwas nach einer Seite umgebogen, ebenfalls cylindrisch. Das Spitzenstück zeigte sich an den in meinem Material befindlichen Spermien nadelförmig fein und spitz, wie die Fig. 13 es wiedergibt; da aber dieses Material leider nicht frisch war, lässt sich vermuten, dass das fragliche Stück schon etwas maceriert war.

Das *Verbindungstück* ist bei diesen Spermien ganz kurz und beträgt wenig mehr als ein Drittel ($2\,^2/_3$) der Länge des eigentlichen Kopfes. In meinem Material fand ich nur Spermien mit solchen Verbindungsstücken wie in Fig. 13. Man sieht hier teils einzelne Körnchen, teils einen Spiralstrang, welcher wohl, wie gewöhnlich, von Körnchen aufgebaut ist.

Das *Hauptstück,* welches etwa fünf mal so lang als der eigentliche Kopf ist, stellt einen dünnen Faden dar, welcher sich nach hinten hin noch mehr allmählich verdünnt und spitz endigt, ohne ein abgesetztes Endstück zu zeigen.

Der ganze Schwanz ist kaum fünf mal so lang als der ganze Kopf.

Crex crex (L.).

(Taf. XXXI, Fig. 11—12.)

Von Crex (Fam. Rallidae) habe ich die Spermien untersucht und zwei Figuren machen lassen, welche jedoch noch nicht ganz reife Stadien wiedergeben. Diese Figuren konnten, des Raumes wegen, leider nicht zusammen mit den Vertretern der Fam. Grallae angeordnet werden.

Der ziemlich kurze, cylindrische *Kopf*, in dessen Axe zuweilen ein feiner Faden hervorschimmert (Fig. 12), trägt an seinem vorderen Ende ein sehr kleines, niedriges, hügelförmiges *Spitzenstück* und zeigt am hinteren Ende zwei nebeneinander gelegene Körnchen, welche dem proximalen Centralkörper entsprechen. Dann folgt ein noch nicht fertiges kurzes *Verbindungsstück* mit v. Brunn'schen Körnern, von denen man 6—7 in der Längsreihe zählt. Der von diesen Körnern umgebene Axenfaden setzt sich, nur ziemlich wenig verdickt, in das *Hauptstück* fort, welches im ganzen nicht lang ist und kein besonderes Endstück darbietet.

Pavoncella pugnax (L.).

(Taf. XXX, Fig. 14—16.)

Hinsichtlich der Spermien schliesst sich Pavoncella (Machetes) pugnax dem oben beschriebenen Spermiumtypus von Tringa, Totanus und Scolopax an. Bei Pavoncella sind aber die Charaktere dieses Typus noch viel weiter geführt. Der *Kopf* ist noch weit schmäler, aber zugleich noch viel länger, mehr als doppelt so lang; das *Verbindungsstück* ebenso; das *Hauptstück* ist auch länger.

Der *Kopf* ist (Fig. 14) in der Tat sehr lang, schmal cylindrisch und zeigt zwei oder drittehalb Windungen. Sein vorderes Ende trägt ein schmales, nicht besonders langes *Spitzenstück*, welches schmal konisch ist und zugespitzt endigt; an seinem Fusse nimmt man eine Andeutung zu einem kleinen Ringe wahr.

Das *Verbindungsstück*, welches wenig kürzer als das eigentliche Kopfstück ist, bildet auch einen sehr schmalen Cylinder von ebener Oberfläche; erst durch Maceration erkennt man, dass es aus einem sehr schmalen Axenfaden und einer ihn umgebenden dünnen Hülle besteht, welche letztere Körnchen enthält, die eine spiralige Anordnung darbieten (Fig. 15, 16). Ausserdem sieht man am vorderen Ende des Stückes ein mehr oder weniger deutlich aus zwei Körnchen bestehendes Knöpfchen, welches den proximalen Centralkörper darstellt und wahrscheinlich ringförmig ist und zwei körnchenförmige optische Durchschnitte zeigt. Ein wenig weiter nach hinten von ihm findet man zuweilen noch einen solchen Ring (Fig. 15).

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist, wie erwähnt, lang und stellt einen dünnen, vom Verbindungsstück ziemlich scharf abgesetzten Faden dar, welcher sich nach hinten hin immer mehr verdünnt und, ohne besonderes Endstück, fein zugespitzt endigt.

Columbae.

Columba livia domestica (L.).

(Taf. XXX, Fig. 17—25.)

Die Spermien der Taube sind schon mehrmals der Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Vor allem hat sie E. Ballowitz studiert. Im Anschluss an ihn hat sie Waldeyer behandelt. Dann hat auch Benda sie zu wiederholten Malen besprochen und ihre verschiedenen Teile gedeutet.

Diese Spermien unterscheiden sich in einer wichtigen Beziehung von den Spermien aller anderen Vögel, deren Spermien bisher studiert sind.

Sie stellen im ganzen sehr lange Fäden dar, an deren Vorderende ein schmaler, relativ zur Länge des Fadens kurzer, cylindrischer, gewöhnlich ein wenig nach der Seite gebogener *Kopf* sitzt, welcher mit einem stark färbbaren, tütenförmigen oder schmal konischen *Spitzenstück* versehen ist. Am Fusse dieses Stückes bemerkt man einen kleinen Ring, dessen optischer Durchschnitt jederseits als ein Körnchen erscheint. Nach Maceration schwindet die Hülle des Spitzenstückes, und nur ein nadelförmiges Stäbchen bleibt zurück (Fig. 19). Der eigentliche Kopf kann von wechselnder Grösse sein; es kommen sogar nicht selten »riesige» Köpfe vor, s. g. Riesenspermien, von denen die Fig. 20 ein Beispiel gibt.

Am hinteren Ende des Kopfes sieht man zwei nebeneinander gelegene dunkle Körnchen, welche wahrscheinlich als die optischen Durchschnitte eines ringförmigen *proximalen Centralkörpers* anzusehen sind.

Hinter diesem Ring, welcher nach Maceration zuweilen wie ein dickerer körniger Klumpen aussieht (Fig. 21), findet man nicht selten noch ein ringförmiges Gebilde, das wohl auch als zum Centralkörperapparat gehörend betrachtet werden muss, obwohl es schwer ist, dies sicher zu entscheiden (Fig. 17, 18, 19, 21).

Am hinteren Kopfende setzt sich nun auch das lange Stück an, welches von den Autoren in so verschiedener Weise aufgefasst worden ist.

Ballowitz, welcher in seiner grossen Abhandlung über die Vogelspermien (v. J. 1888) dieses Stück zuerst genauer beschrieb und es dabei als ein sehr langes *Hauptstück* auffasste, und die Einwendung, dass hier vielleicht ein unikes langes Verbindungsstück vorliege, bestimmt beseitigte, nahm zwei Jahre danach (1890) diese letztere Deutung auf, indem er erklärte, dass er nach der Untersuchung der Spermien der Schlangen mehr der Ansicht zuneige, dass das fragliche lange Stück der Taubenspermien einem Verbindungsstück entspreche.

Waldeyer folgt in seiner grossen zusammenfassenden Darstellung der Spermien (1901) hauptsächlich der ersten Auffassung von Ballowitz, obwohl er in der Abbildung des Spermiums der Taube auch die spätere Deutung desselben Autors, aber mit Fragezeichen versehen, hinzufügt.

Dann hat Benda (1902—03) diese Frage von neuem aufgenommen und ist zu der eigentümlichen Ansicht gekommen, dass bei den Taubenspermien der Kopf von Ballowitz nur das Perforatorium (Spitzenstück) darstellt, und das lange Stück hinter demselben — das »Hauptstück» resp. das »Verbindungsstück» von Ballowitz und Waldeyer — dem eigentlichen *Kopfe* (Kerne) entspreche. Und dies, fügt Benda hinzu »ist das Resultat der histogenetischen Analyse»!

Ich habe diese Angaben der genannten Autoren von neuem hier zusammengestellt, weil es mir wichtig erscheint darzulegen, dass diese Auffassung Bendas nicht richtig ist. Es ist dies wichtig, nicht nur für die richtige Auffassung der Spermien der Taube, sondern für die der Spermien der Sauropsiden im allgemeinen.

Was nun das fragliche lange, am Spermium der Taube hinter dem Kopfe befindliche Stück betrifft, welches Ballowitz zuerst als Hauptstück beschrieb, später aber eher als das Verbindungsstück anzusehen zuneigte, so sprechen gewiss die Kriterien dafür, *dass diese seine letztere Meinung die richtige ist.* Der ganze Bau dieses Stückes weist darauf hin, dass es das Verbindungsstück ist. Erstens gehört es absolut zum *Schwanze.* Der lange schmale Axenfaden des Schwanzes geht durch dessen ganze Länge axial zum hinteren Kopfende, resp. zum proximalen Centralkörper empor, was die Deutung Benda's, dass es dem eigentlichen Kopfe angehört, vollständig widerlegt. Dieses Stück bildet die vorderste Abteilung des Schwanzes. Also muss es das Verbindungsstück sein oder in sich enthalten, oder auch fehlt hier ein Verbindungsstück ganz und gar. Ringsum den erwähnten Axenfaden findet sich eine Hülle, welche in sich einen Spiralstrang enthält, der aus Körnchen besteht. Dieser zuerst von Ballowitz genau beschriebene Strang ist in Fig. 17 wiedergegeben. Man sieht, dass er aus einer langen Reihe ziemlich dicht aneinander gelegener Windungen zusammengesetzt ist. Zuweilen ist es, wie auch Ballowitz erwähnt, nicht leicht zu sehen, dass es wirklich Windungen sind und nicht Ringe. In der Tat scheint offenbar der Spiralstrang durch die Präparation, resp. die Maceration, nicht selten in Ringe oder Querscheiben zu zerfallen (Fig. 23, 24), wie auch schon Ballowitz betont, und diese Querstücke zeigen einen körnigen Bau. In anderen Fällen tritt aber die spiralige Anordnung des Stranges in prägnanter Weise hervor (Fig. 22, 25, sowie an mehreren Partien der Fig. 17).

Wenn man nun diesen Bau des fraglichen Stückes und die übrige Anordnung desselben mit der entsprechenden Abteilung der oben beschriebenen Vogelspermien vergleicht, so findet man sofort die Übereinstimmung. Es ist eigentlich nur die so überaus bedeutende Länge des Stückes an den Taubenspermien, welche den Unterschied bildet. Dies fällt v. a. auf, wenn man die Taubenspermien mit den bisher am meisten bekannten Spermien von niederen Vögeln (Anas, Larus, Gallus, Picus u. s. w.) vergleicht. Aber schon die Spermien von Vanellus zeigen ein etwas längeres Verbindungsstück. Nun habe ich aber Vogelspermien mit noch längerem solchem Stück gefunden, nämlich diejenigen von Scolopax und v. a. von Pavoncella. Diese letzteren bilden in der Tat einen auffallenden Übergang von den Spermien von Anas, Larus, Vanellus, Tringa, Totanus, Scolopax zu denjenigen von Columba, obwohl die der Columba ein ganz extremes Glied der Kette darstellen. Es ist indessen nicht unmöglich, dass unter den vielen Vertretern der Ordnung Grallae noch solche sich finden, deren Spermien denen der Tauben noch mehr ähneln, obwohl sie bisjetzt nicht gefunden worden sind.

Also, wenn das fragliche Stück an den Spermien der anderen erwähnten Vögel dem Verbindungsstück entspricht, so muss es dies auch an den Taubenspermien tun.

Dann fragt es sich, welches sind im ganzen die Kriterien eines Verbindungsstückes? Welche Charaktere sind für dasselbe bestimmend?

Erstens muss es die vorderste Partie des Schwanzes sein und den Axenfaden des letzteren enthalten, welcher mittelst des proximalen Centralkörpers den Schwanz am hinteren Ende des Kopfes befestigt. Es muss aber noch dazu eine diesen Axenfaden umgebende Hülle besitzen, welche von den Körnern des Nebenkernorgans, den v. Brunn'schen Körnern oder den s. g. Mitochondrien Benda's, erbaut und gebildet wird, sei es dass diese Körner als solche bleiben oder zu einem Spiralstrang zusammentreten. Schliesslich hat man auch als Kriterium des Verbindungsstücks hervorgehoben, dass es hinten von einem distalen Centralkörper begrenzt sein soll. Wie man sieht, passen nun diese Charaktere im ganzen gut auch auf das fragliche Stück der genannten Vogelspermien. Nur eine, und zwar eine wichtige Sache ist noch nicht sicher dargelegt. Findet sich der distale Centralkörper am hinteren Ende des Stückes? Die sichere Entscheidung dieser Frage ist sehr schwer. An den Spermien einiger dieser Vögel ist von mir oft gerade an dieser Stelle ein kleines ringförmiges Gebilde gesehen. So z. B. bei Larus und Tringa. Bei anderen suchte ich es aber vergebens, und gerade bei Columba konnte ich es nicht entdecken. Die Spermien der genannten Vögel sind aber im ganzen so fein, dass es ausserordentlich schwer ist, ihre Organisation genau kennen zu lernern. Die Centralkörper sind hier in der Regel so klein, dass man sie oft kaum wahrzunehmen vermag. Ihre Grösse liegt offenbar oft unter dem wahrnehmbaren. Bei einigen Tieren sind sie grösser, bei anderen, oft bei nahe verwandten, können sie sehr klein sein. In den nahezu ausgereiften und reifen Stadien werden sie oft so klein, dass man sie nicht mehr aufspüren kann. Unter solchen Verhältnissen ist es nicht leicht zu entscheiden, ob dieser Centralkörper wirklich fehlt oder nur unsichtbar geworden ist, sich den Blicken entzogen hat. Sobald er aber deutlich vorhanden ist, kann er indessen eine gute Grenzmarke für das hintere Ende des Verbindungsstückes

abgeben. Ich habe auch schon seit lange diesen Körper als eine solche Marke aufgefasst. Hinsichtlich der Spermien der Säugetiere ist wohl auch daran festzuhalten. Ebenso in betreff der Spermien der Urodelen. Es lässt sich aber denken, dass es Spermienarten gibt, bei welchen der distale Centralkörper während der Entwicklung nicht so weit nach hinten wandert, sondern auf dem Wege bleibt. Es wäre möglich, dass dies gerade bei den Sauropsiden der Fall ist, wodurch der etwas nach hinten vom proximalen Centralkörper zuweilen wahrnehmbare Ring seine Erklärung erhielte. Da aber, wie erwähnt, in anderen Fällen weiter hinten, am Anfang des nächsten Stückes, auch ein kleines ringförmiges Gebilde wahrgenommen wird, lässt sich denken, dass sich die Sache in verschiedenen Fällen verschieden verhält; oder auch entspricht der nächst hinter dem proximalen Centralkörper gelegene Ring nicht dem eigentlichen distalen Körper.

Ich neige mich nun immer mehr der Ansicht zu, den anderen Charakter des Verbindungsstückes, das Vorhandensein der v. Brunn'schen Körner (der Mitochondrien, des Nebenkernorgans resp. des Spiralstrangs), als den wesentlichsten Charakter des Verbindungsstückes in den Vordergrund zu stellen. Wenn man dabei auch die nicht ausgereiften Stadien mit in Erwägung zieht, so ist es nicht besonders schwer zu entscheiden, ob man in den betreffenden Fällen ein Verbindungsstück vor sich hat oder nicht.

Nach diesen Kriterien zu urteilen, bin ich nun meinesteils überzeugt, dass man bei den fraglichen Vogelspermien das hinter dem Kopfe befindliche Stück als Verbindungsstück zu bezeichnen hat; und hieraus geht hervor, dass das entsprechende lange Stück an den Spermien der Taube als Verbindungsstück aufgeführt werden muss. Ich komme also durch diese Erwägungen entschieden zu dem Schluss, zu dem Ballowitz in seiner späteren Besprechung dieser Spermien gekommen zu sein scheint oder wenigstens zuneigte.

Das *Hauptstück* der Taubenspermien (Fig. 17) fängt also erst hinter diesem langen Verbindungsstück an und stellt einen verhältnismässig kurzen dünnen Faden dar, welcher kaum ein Drittel der Länge des letztgenannten Stückes beträgt. Das Hauptstück zeigt aber einen gut abgesetzten Übergang in ein wahres, sehr feines *Endstück* (Fig. 17); das Hauptstück ist nur etwa $5^1/_2$ mal so lang als das Endstück.

Gallinacei.

Gallus gallus (L.).

(Taf. XXXI, Fig. 1—10.)

Von hühnerartigen Vögeln untersuchte ich zwar mehrere Vertreter, werde aber, da ich keine bemerkenswerten Verschiedenheiten fand, nur von Gallus die Spermien beschreiben. Diese Spermien sind v. a. von Ballowitz schon untersucht und geschildert worden. Seine Abbildungen von diesen, wie von den übrigen Vogelspermien, sind aber leider in so geringem Massstab wiedergegeben, dass sogar das Spitzenstück verschwunden ist.

In Fig. 1 ist nun in der von mir meistens angewandten Vergrösserung ein ganzes typisches reifes Spermium wiedergegeben, bei welchem das Verbindungsstück nicht maceriert und verändert ist.

Der *Kopf* ist ziemlich lang, schmal cylindrisch, gewöhnlich etwas nach einer Seite gebogen oder sogar etwas spiralförmig gedreht und verschmälert sich ein wenig nach dem vorderen Ende hin, wo er ein schmal konisches, sich stark färbendes *Spitzenstück* trägt. Zuweilen bemerkt man in der Axe des Kopfes einen dunklen feinen Streifen, welcher schwer erklärlich ist und sich kaum nur als ein »optisches Phänomen» deuten lässt; besonders nach Anschwellung der Kopfsubstanz (Fig. 5) schimmert dieser Streifen deutlicher hervor. Am hinteren Ende des Kopfes ist mit querem Rande das kurze *Verbindungsstück* — der eigentliche Kopf ist etwa $3^1/_2$ mal so lang — befestigt; dieses Stück, welches am vorderen Ende ebenso dick wie das Hinterende des Kopfes ist, verschmälert sich allmählich etwas nach seinem hinteren Ende hin. Es bietet eine ebene Oberfläche dar; in diesem Zustande bemerkt man in seinem Inneren kaum eine Andeutung eines feineren Baues, und dies besonders nach der Behandlung mit Osmium und Rosanilin. An frischen Spermien nimmt man indessen in dem Verbindungsstück einen etwas glänzenden, spiralig gewundenen Strang wahr, und an den in Kochsalzlösungen etwas macerierten und mit Osmium-Rosanilin behandelten Spermien sieht man recht deutlich diesen Spiralstrang mit seinen in der Regel 6 Windungen (Fig. 2, 3, 5). Ferner bemerkt man an diesen letzteren Spermien am hinteren Ende des Kopfes den *proximalen Centralkörper* (Fig. 2, 3, 5).

Die aus den Hoden genommenen, noch nicht reifen Spermien zeigen dagegen im Verbindungsstück statt des Spiralstranges ringsum den schmalen Axenfaden einen Beleg von (v. Brunn'schen) Körnern, welche entweder noch keine spiralige Anordnung darbieten, sondern mehr unregelmässig angehäuft liegen (Fig. 4, 6), oder schon zu einem spiraligen Strang angeordnet sind (Fig. 9 und 5), wobei man aber die Zusammensetzung aus Körnern noch erkennt. In einzelnen Fällen tritt am hinteren Ende des Verbindungsstücks noch eine ringförmige Verdickung auf (Fig. 5), welche das Aussehen eines distalen Centralkörpers darbietet. Nicht selten lösen sich die Körner vom Axenfaden ab (Fig. 7) und zuweilen fällt auch der Kopf vom Schwanzfaden weg (Fig. 8); dann tritt der proximale Centralkörper noch deutlicher hervor, und zwar in der Regel als ein rundliches dunkles Korn. Zuweilen erkennt man aber auch, dass dieses Korn nicht einfach ist, sondern aus feineren, bis drei, Körnchen besteht (Fig. 9).

Das *Hauptstück* des Schwanzes (Fig. 1, 2, 3) fängt am hinteren Ende des Verbindungsstückes ziemlich dick an, verschmälert sich aber allmählich immer mehr und läuft zuletzt am hinteren Ende, ohne besonderes Endstück, sehr fein zugespitzt aus. Wie die Fig. 8 und 9 zeigen, verdickt sich das Hauptstück stark beim Übergang vom Verbindungsstück. Dass diese Verdickung von einer hier auftretenden, nicht gerade dünnen Hülle herrührt, erkennt man in solchen Fällen, wo dieselbe stellenweise abgelöst worden ist (Fig. 10); man sieht dann, dass der von der Hülle eingeschlossene Axenfaden sehr dünn ist.

Psittaci.

Psittacus tortuatus.

(Taf. XXXI, Fig. 13—22.)

Von Papageien habe ich in bezug auf die Spermien mehrere untersucht. Soweit ich weiss, sind diese Spermien bisher nicht näher studiert worden. Bei den verschiedenen Arten unterscheiden sie sich eigentlich durch die etwas verschiedene Grösse. Es ist aber zu bemerken, dass auch bei diesen Vögeln unter den Spermien von normaler Grösse einzelne Riesenspermien vorkommen. Die Fig. 14 gibt ein normalgrosses und Fig. 13 ein Riesenspermium wieder.

Der *Kopf* des normalgrossen Spermiums ist im ganzen nicht lang, schmal cylindrisch, gewöhnlich ein wenig seitwärts gebogen, verschmälert sich etwas nach vorn hin und zeigt nicht selten in seiner Axe einen feinen Streifen, welcher von der Spitze eines sich in das vordere Kopfende vom Spitzenstück nach hinten hin einsenkenden kurzen Stäbchens ausläuft (Fig. 14). Das *Spitzenstück* ist übrigens schmal konisch und an seinem Fusse mit einem Ringe versehen. An manchen Spermien findet man das Stück vom Kopfende etwas nach vorn hin verschoben, verbreitert und verkürzt (Fig. 15, 16, 19, 20); das von ihm nach hinten hinauslaufende Stäbchen tritt dadurch entblösst hervor; zuweilen ist die ganze Tüte des Spitzenstücks weggefallen, und dann ist nur das innere Stäbchen noch zurückgeblieben (Fig. 17).

Am hinteren Ende des Kopfes findet man den *proximalen Centralkörper* in der Gestalt von zwei dunklen Körnchen (Fig. 15, 17), welche indessen zuweilen so eng aneinander liegen, dass sie nur als ein einziges erscheinen (Fig. 16, 18, 19).

Das *Verbindungsstück* der reifen Spermien ist nicht viel kürzer als der eigentliche Kopf (nur etwa $^1/_4$ der Länge des letzteren, wenn dieser die gewöhnliche Grösse hat). Es ist cylindrisch, schmäler als der Kopf und verschmälert sich allmählich noch mehr nach hinten hin. In seiner Substanz nimmt man dunkle Körnchen wahr, welche alternierend angeordnet sind; man kann an jedem Rande der Länge nach etwa 8—10 zählen. In den noch nicht ganz reifen Spermien (Fig. 15) sieht man einen deutlichen Spiralstrang, welcher offenbar aus dicht gedrängten, noch etwas grösseren Körnchen besteht (Fig. 17); in den ganz reifen sind diese Körnchen kleiner geworden und der Spiralstrang ist verschmälert; die in den Fig. 13 und 14 sichtbaren Körnchen stellen offenbar optische Durchschnitte dieses in eine umhüllende Substanz eingebetteten Stranges dar.

In noch jüngeren Stadien (Fig. 16, 19) sind die Körnchen noch deutlicher, haben aber schon die spiralige Anordnung eingenommen. Man findet sogar in noch etwas früheren Stadien (Fig. 18), dass diese Körnchen in einem »Sacke» oder Protoplasmaklumpen liegen, welcher sich vom Axenfaden des Schwanzes mehr oder weniger ablösen kann.

Am hinteren Ende des Verbindungsstückes findet man nach einer ziemlich starken Verschmälerung das *Hauptstück* des Schwanzes hinausschiessen. Es ist ziemlich lang und dünn, und es verschmälert sich immer mehr nach hinten hin. Das hinterste Ende setzt sich ziemlich deutlich ab und bildet ein kurzes, sehr feines *Endstück* (Fig. 13 und 14).

Hin und wieder traf ich abgelöste Schwänze an, welche sich nach vorn hin in zwei teilten, von denen jeder vorn mit einem Centralkörper und hinter diesem mit je zwei kleinen Verdickungen versehen war (Fig. 22). Es sah aus, als ob sie sich in zwei Fäden aufgelöst hätten; es wäre aber auch möglich, dass sie einem Doppelschwanz entsprächen.

Schliesslich ist zu erwähnen, dass ich hier auch eine Art von Spermien antraf, deren Organisation sehr schwer verständlich ist. Von dem hinteren Ende des sonst gewöhnlich gestalteten Kopfes ragte ein Schwanz hinaus, an dem kein eigentliches Verbindungsstück wahrnehmbar war, sondern nur ein langes, schmales, sackartiges oder röhrenförmiges Gebilde, welches einige fadenähnliche Verdickungen darbot (Fig. 21). Solche Spermien können nicht gerne als normale Bildungen betrachtet werden, sondern stellen wohl atypische, abnorme Formen dar; dass Bildungen abnormer Art hier vorkommen, hängt vielleicht damit zusammen, dass solche Exemplare dieser Vögel, die uns zugänglich sind, während mancher Jahre ihr Leben in Gefangenschaft zubringen, und zwar in engen Bauern. Der Vorrat an Spermien bei den von mir untersuchten Exemplaren war auch stets gering.

Pici.

Dendrocapus major (L.).

(Taf. XXXI, Fig. 23—26.)

Von diesen Spermien hat Ballowitz eine Reihe von Abbildungen gegeben, und zwar teils von unveränderten, teils von angequollenen. Man unterscheidet hier den ziemlich langen, cylindrischen, nach vorn hin sich verschmälernden, etwas seitwärts gebogenen *Kopf* mit einem schmal konischen, ziemlich zugespitzten *Spitzenstück* (Fig. 23), an dessen Fuss eine ringförmige Verdickung wahrnehmbar ist, und den *Schwanz*, dessen *Verbindungsstück*, ungefähr wie an den Gallusspermien, verhältnismässig kurz ist (etwa $^1/_4$ der Länge des eigentlichen Kopfes). Das Verbindungsstück verschmälert sich etwas nach hinten hin; es zeigt in ihrem Inneren Körnchen, welche als optische Durchschnitte eines Spiralstrangs aufzufassen sind (Fig. 23, 26). In früheren Stadien sieht man deutlicher die Körnchen, aus welchen sich der Spiralstrang aufbaut (Fig. 25); in dieser letztgenannten Figur sieht man auch am hinteren Ende des Verbindungsstücks den schmalen Axenfaden hinaustreten und in das Hauptstück übergehen. Am vorderen Ende des Verbindungsstücks bemerkt man den ins Hinterende des Kopfes etwas hineinragenden *proximalen Centralkörper* (Fig, 23, 24, 25, 26).

Das *Hauptstück* ist nicht besonders lang; es ist indessen möglich, dass an den von mir abgebildeten Schwänzen das hinterste Stück fehlt; es ist im ganzen dünn und verschmälert sich allmählich nach hinten hin.

An nicht ganz reifen Spermien (Fig. 24—26) ist der Kopf gewöhnlich etwas dicker, als an den ganz reifen.

Striges.

Syrnium aluco (L.).

(Taf. XXXI, Fig. 27—28.)

Von diesem Vogel konnte ich leider keine ganz reifen Spermien erhalten. Da aber die unreifen einige interessante Verhältnisse darboten, habe ich auf der Tafel XXXI zwei solche abbilden lassen. Der *Kopf* ist ziemlich breit cylindrisch, wurstförmig und trägt am vorderen Ende ein kuchenförmiges oder kurz tütenförmiges *Spitzenstück* von etwas wechselnder Grösse. Das *Verbindungsstück* fand ich an den in meinen Präparaten (aus

dem Hoden) wahrzunehmenden noch unreifen Spermien nur in den Stadien, in welchen die v. Brunn'schen Körner vorhanden waren. Diese Körner lagen, wie gewöhnlich, dicht gedrängt ringsum den Axenfaden (Fig. 27); man konnte der Länge nach etwa sechs solche Körner in der Reihe zählen. In noch jüngeren Stadien bildeten sie einen dickeren Protoplasmaklumpen (Fig. 28).

Das *Hauptstück* zeigte sich an einigen Spermien dünner, in anderen dicker. An den hier abgebildeten fehlt das hinterste feine Ende.

Passerés.

Corvidae.

Von den zu dieser Familie gehörenden Vögeln hat Ballowitz den *Corvus frugilegus* L. untersucht. Er scheint aber kein besonders gutes Material davon gehabt zu haben. Von den anderen eigentlichen Corviden konnte er kein Material erhalten. Er führt in seiner Besprechung Corvus mit *Oriolus* und *Lanius* zusammen und sagt von ihnen: »Ein von den geschilderten» — Muscicapa — »etwas verschiedenes Aussehen bieten die Spermatozoën von Oriolus, Lanius und Corvus dar. Die Geisseln sind bei diesen Thieren zwar auch schnurgerade, aber sehr fein und ohne erkennbaren Spiralsaum.» Bei Oriolus und Lanius fand er jedoch isolirte Spiralen von meist 4—5 breiten Windungen, welche jedenfalls mit der Bildung eines Spiralsaumes im Zusammenhang stehen. »Indessen weisen dieselben durch ihre Dicke und Kürze, die Breite ihrer Windungen und eine zungenartige Verbreiterung auf dem einen (hinteren) Ende darauf hin, dass sie sich unmöglich von den ausgebildeten Geisseln können abgelöst haben, vielmehr einer früheren Entwickelungsstufe der Spermatozoën angehören müssen.» In seiner Besprechung der Entwicklung des Spiralsaums der Spermien von Passeres hebt Ballowitz auch hinsichtlich der Spermien von Oriolus und Lanius hervor, dass er an diesen Spermien am Hauptstück im reifen Stadium keine deutlich nachweisbare spiralige Anordnung fand, wohl aber häufig im fertigen Sperma abgelöste eigentümliche Spiralen. Es scheint, als ob er die Entwicklung der Spermien von Oriolus und Lanius nicht näher studiert, so dass er gerade die Entwicklung dieser Spiralen nicht verfolgt habe.

Mir stand leider kein Material von *Oriolus* und *Lanius* zur Verfügung; ebenso konnte ich, trotz intensiven Bemühens, von *Corvus frugilegus* keine alten Männchen erhalten. Dagegen untersuchte ich genau die Spermien von *Corvus cornix* und *Pica pica* und werde hier die Ergebnisse beschreiben. Es scheint aber, als ob bei diesen Vögeln wenigstens z. T. ähnliche Verhältnisse wie bei Oriolus und Lanius vorliegen. Jedenfalls sind die bei den Corviden gefundenen Verhältnisse interessant und mahnen zu fortgesetzten Untersuchungen.

Corvus cornix L.

(Taf. XXXII, Fig. 1—11.)

Bei meiner Untersuchung der Spermien der Krähe, wie sie im Sperma der Epididymis erscheinen, setzte es mich sofort in Erstaunen, dass dieselben sich in so verschiedenen Gestalten zeigten. Die meisten boten das Aussehen dar, welches in Fig. 1 wiedergegeben ist. Man findet hier einen Typus, welcher gewissermassen dem der Spermien der Fam. Scolopacidae ähnelt, nämlich einen cylindrischen, in etwa 2—2 1/2 Spiraltouren gewundenen *Kopf* mit einem langen, ebenfalls spiralig gedrehten *Spitzenstück*, welches jedoch aus einem in der Axe gelegenen geraden, spitzen, sich färbenden Stäbchen und einem dieses umgebenden spiraligen Saum besteht. In der dünnen Kopfhülle erkennt man bei genauem Studium einen nur schwach sichtbaren dünnen, spiralig verlaufenden Faden, welcher offenbar in den Saumrand des Spitzenstückes übergeht. An dem hinteren Ende des Kopfes findet sich der *proximale Centralkörper* als ein ringförmiges Gebilde (Fig. 1, 3) und eine kleine Strecke weiter nach hinten, um den an dieser ersten Strecke etwas verdickten Schwanzfaden, noch ein, aber kleineres, ringförmiges Gebilde (Fig. 1, 2, 3), welches als der *distale* Centralkörper aufgefasst werden mag. Das Stück des Schwanzes, welches zwischen diesen Ringen liegt, muss natürlich dem *Verbindungsstück* entsprechen oder jedenfalls ihm angehören; an ihm findet man zwar eine etwas verdickte Hülle, aber noch dazu einen anderen Körper, welcher bei den oben beschrie-

benen Spermien der Vögel in solcher Gestalt nicht vorkommt, sondern dem Typus der Spermien der übrigen Passeres charakteristisch ist, nämlich ein »sackförmiges» Gebilde, das dem Hinterende des Kopfes anhängt und an der Seite des Schwanzes liegt, indem es diesen mehr oder weniger deutlich spiralig umwindet (Fig. 1). Dieses sackförmige Gebilde, welches bei den Spermien der meisten Passeres mehr oder weniger ausgeprägt und bald kürzer und dicker, bald länger und schmäler auftritt, und zuweilen sogar als eine grosse, mehr kugelige, helle Blase (Fig. 2) vorhanden ist, wird gewöhnlich von den Autoren als das eigentliche »Verbindungsstück» aufgeführt und demnach als solches mit dem Verbindungsstück der Spermien der übrigen Vogelordnungen und der Säugetiere homolog betrachtet. Das Verbindungsstück der letzteren Tiere ist aber das vordere Stück des Schwanzes und besteht aus dem hier befindlichen Teil des Axenfadens und einer diesen umgebenden Hülle, welche die v. Brunn'schen Körner (resp. die Mitochondrien) enthält. Das fragliche Stück an den Spermien der Passeres kann also jedenfalls nicht dem ganzen Verbindungsstück entsprechen, ihm homolog sein. Bei diesen Vögeln liegen hier so eigentümliche Verhältnisse vor, dass es bis auf weiteres richtiger ist, die Vergleichung nicht zu weit zu treiben und die gewöhnlichen Namen nicht überall zu applizieren. Sofern ich die Sache jetzt richtig verstehe, so enthält dieser kleine sackförmige Klumpen nur einen Teil der zum Verbindungsstück gehörigen Ingredienzien, nämlich einen Teil der Hülle derselben; er bildet aber um den Axenfaden dieses Stückes keine eigentliche Hülle, sondern liegt demselben seitlich an und windet sich um ihn teilweise spiralig. Der obere Rand dieses Klumpens ist quer abgestutzt und liegt, wie erwähnt, dem hinteren Ende des Kopfes seitlich eng an oder ist von diesem durch eine schmale Spalte getrennt; der Klumpen ist ziemlich dick, aber doch etwas abgeplattet und verschmälert sich an seinem hinteren Ende, welches abgerundet ist und oft ein wenig von dem Schwanzfaden absteht und hinausragt. Zum Verbindungsstück würde also teils diese Partie des Schwanzfadens mit dem Axenfaden und dessen ziemlich dünner Hülle, teils auch der eben beschriebene seitliche spiralige Klumpen gehören. Bei der Darstellung der sich entwickelnden Spermien komme ich noch einmal auf diese Fragen zurück.

Nach hinten von dem erwähnten hinteren kleinen Ring setzt sich der Schwanzfaden in einen längeren, schmalen Faden fort, welcher von den Autoren als *Hauptstück* aufgeführt worden ist und wohl dem Hauptstück der Spermien der oben beschriebenen Vögel entspricht. Dieser Faden verjüngt sich immer mehr nach hinten hin und endigt fein zugespitzt, ohne ein abgesetztes Endstück darzubieten.

Dem also geschilderten Typus gehört die Mehrzahl der in der Epididymis und im Vas deferens zu findenden reifen Spermien an. Unter ihnen kommt aber auch eine andere Form vor, welche zuerst Erstaunen erweckt. Man sieht nämlich an ihnen um den Kopf und die vordere Partie, gewöhnlich die vordere Hälfte, des Schwanzfadens einen sonderbar erscheinenden, sich in Rosanilin stark färbenden, spiraligen, dicken Strang, welcher sich in mehr oder weniger starken, hier und da weit abstehenden Windungstouren um das eigentliche Spermium dreht. Wenn man das von diesem Strang umschlossene Spermium näher studiert, findet man, dass dasselbe ebenso gebaut ist, wie die Fig. 1 es wiedergibt und wie es oben beschrieben wurde. Das neu hinzugekommene Element ist also eben der Spiralstrang, ungefähr wie die Fig. 5 die Verhältnisse wiedergibt. Mit seinem oberen zugespitzten Ende windet sich dieser Strang nicht nur um den eigentlichen Kopf, sondern auch um das Spitzenstück, jedoch nicht ganz bis zu dessen vorderem Ende, empor (Fig. 5). Der Strang ist meistenteils von cylindrischer Gestalt; gegen sein hinteres Ende hin plattet er sich aber immer mehr ab und endigt gewöhnlich zugespitzt oder abgerundet; an den nicht ganz reifen Spermien, welche zuweilen auch in den Epididymiskanälen vorkommen, findet man am Ende des Stranges gewöhnlich einen rundlichen Klumpen (Fig. 5).

Unter diesen Spermien — ohne Spiralstrang oder mit einem solchen versehen — kommen schliesslich auch Spiralstränge in isoliertem Zustande vor. Die Fig. 4 stellt einen solchen Strang in typischer Form vor, aber Variationen in derselben finden sich auch.

Wie soll man nun diese frei vorhandenen Spiralstränge erklären? Offenbar lösen sich die Stränge von den Spermien ab, wenn diese reif werden, was sehr leicht geschieht, weil sie mit den reifen Spermien nicht organisch verbunden sind. Dagegen ist es augenscheinlich, dass sie während der Entwicklung der Spermien eine Rolle spielen müssen. Aus mehreren Gründen ist es deshalb von Interesse zu erfahren, wie sich diese Entwicklung verhält.

Wie ich es in dieser Frage gewöhnlich tue, werde ich auch hier von den reiferen Stadien rückwärts gehen, weil dadurch die Erklärung leichter wird. Ich beginne also mit dem schon etwas besprochenen Stadium der Fig. 5. Man hat hier ein beinahe reifes Stadium mit dem Spiralstrang in situ, den Kopf und die vorderen Teile des Schwanzes umwindend. Der Kopf ist noch wenig gewunden und etwas dicker, als im reifen Zustande. Am hinteren Ende des Spiralstranges findet man einen rundlichen Klumpen, in welchen dieses hier verbreiterte Ende sich windend

hineintritt; dieser Klumpen enthält eine Menge rundlicher heller Körner und in seiner Mitte eine grössere dunklere Kugel. In diesem Entwicklungsstadium sind die Spermien keineswegs frei in den Hodenkanälen, sondern stecken noch mit ihren Köpfen bündelweise in dem centralen Teil der Fusszellen. Die Fig. 11 zeigt in schwächerer Vergrösserung eine solche Zelle mit ihrem im peripherischen Teil gelegenen grossen runden Kern; in dem gegen die Axe des Kanals gekehrten Ende sieht man das Spermienbündel und um jeden Kopf einen dunklen Spiralstrang, welcher auch den Schwanz eine Strecke hinab umwindet, um je mit einem solchen Körnerklumpen versehen zu werden, wie er in Fig. 5 in starker Vergrösserung wiedergegeben ist; nur die vorderen Teile der Spermien stecken im Protoplasma der Fusszelle, die hinteren liegen frei im Kanallumen; von den Schwänzen sind natürlich die hinteren Teile in der Figur nicht mitgenommen.

In etwas früheren Stadien besitzen die Spermien einen dickeren Kopf (Fig. 6 und 7) mit einem kürzeren und dickeren Spitzenstück; der Spiralstrang hat eine geringere Anzahl von Windungen, und sein vorderes Ende steigt am Kopf, und v. a. am Spitzenstück, weniger hoch und weniger stark empor. Am Spitzenstück ist der spiralige Flossensaum noch nicht oder sehr wenig ausgebildet. Der hintere Körnerklumpen am Schwanze ist in der Regel gross und kugelig gestaltet (Fig. 7); zuweilen ist er jedoch kleiner und mehr in die Länge ausgezogen (Fig. 5); er haftet am hinteren Teil des Spiralstranges und umgibt ihn (Fig. 6 und 7), so dass es deutlich aussieht, als ob sich der Strang aus dem Körnerklumpen ausbilde. Ringsum den vordersten Teil des Schwanzes, denjenigen, welcher dem Verbindungsstück entspricht, sieht man eine Anzahl von Körnern sich als eine besondere Hülle sammeln (Fig. 7), wogegen der übrige, hintere Schwanzfaden frei ausläuft (Fig. 6, 7, 8).

In noch früheren Stadien (Fig. 9 und 10) zeigt der Kopf eine kugelige Gestalt mit einem an ihm mit breiter, abgeplatteter Basis befestigten kugeligen Spitzenstück, in dem man gewöhnlich eine dunklere und eine hellere Partie wahrnimmt (Fig. 10). Hinter dem Kopfe erkennt man (Fig. 9) den Anfang des Schwanzes mit einem axialen Faden, welcher von einer Hülle umgeben ist, in der helle, kugelige Körner um den Faden angesammelt liegen. Gewöhnlich sind in diesem Stadium der Kopf und der Schwanzanfang nach der Seite umgebogen und liegen dem Schwanzklumpen angeheftet, so dass sie zusammen eine ziemlich kugelige Gestalt bilden, wie die Fig. 10 zeigt; nur ein Teil des Kopfes mit dem Spitzenstück ragt dann von diesem kugeligen Körper hinaus. Um den Axenfaden des Schwanzes liegen oft etwas dunklere Körner angesammelt (Fig. 10). Die hinteren Partien des Schwanzfadens bilden um den kugeligen Körper, welcher der Spermazelle, der Spermatide, entspricht, indem der Kern den seitwärts gerückten Kopf darstellt, an der Oberfläche verlaufende Windungen (Fig. 10), deren Verlauf oft schwer wahrzunehmen ist. In der Mittelpartie dieser Zelle bemerkt man in der Regel, zwischen dem Schwansanfang und dem übrigen Körnerklumpen, eine ganz helle, durchsichtige Stelle, welche keine Körner enthält (Fig. 10). Was den Centralkörperapparat betrifft, sieht man zuweilen am vordersten Ende des Schwanzfadens, wo sich dieser am Kopfe befestigt, ein dunkles, sich stark färbendes Körnchen, welches offenbar der proximale Centralkörper ist (Fig. 9).

Da ich von diesen früheren Stadien der Spermien der Krähe auf der Tafel nicht mehr als für die mitgeteilten Platz finden konnte, so werde ich hier nicht weiter auf die Frage von der Entwicklung derselben eingehen, um so weniger, als ich auf diese Frage bei der Bespechung der Spermien von Pica und mehrerer anderer Vertreter der Ordnung Passeres wiederholt zurückkomme. Das schon angeführte gibt indessen schon die nötigen Anhaltspunkte zur Erklärung der späteren Hauptstadien dieser Entwicklung und dadurch auch zum Verständnis der Organisation der reifen Spermien der Krähe.

Pica pica (L.).

(Taf. XXXII, Fig. 12—29.)

Die Spermien der Elster stehen denjenigen der Krähe hinsichtlich ihrer Organisation so nahe, dass eine eingehende Beschreibung derselben nicht nötig ist. In einigen Beziehungen fand ich jedoch bemerkenswerte Verschiedenheiten.

Der eigentliche *Kopf* der reifen Spermien (Fig. 12, 13) ist im ganzen etwas kürzer und dicker; er ist zwar cylindrisch, verbreitert sich aber vom hinteren Ende nach vorn hin und ist weniger ausgeprägt spiralig gedreht, mit schwächeren und spärlicheren Windungen versehen. Dagegen ist an seiner Oberfläche eine feine, etwas verschwommene Spiralfaser sichtbar (Fig. 1 und 2), welche den ganzen Kopf von unten bis oben umwindet; zuweilen tritt aber diese Spirale deutlicher hervor und erscheint als ein wirklicher Strang (Fig. 14). Dieser Strang stellt offenbar eine spiralige Verdickung der dünnen Kopfhülle dar.

Am vorderen Ende des eigentlichen Kopfes sitzt das *Spitzenstück* mit ziemlich breiter, gewöhnlich etwas schief abgestutzter Basis; dieses Stück besteht, wie an den Krähenspermien, aus einem axialen, sich stark mit Rosanilin färbenden, vorn stark zugespitzten Stabe und einem ihn spiralig umwindenden Saume, dessen schmaler Rand fadig verdickt erscheint; in diesen Saumfaden setzt sich offenbar der erwähnte feine Spiralstrang der eigentlichen Kopfhülle fort.

Am hinteren verschmälerten Kopfende findet sich der *proximale Centralkörper* in der Gestalt eines abgeplatteten Knopfes oder Kuchens (Fig. 12—14), der indessen wahrscheinlich zusammengesetzt oder auch ringförmig ist, obwohl dies nicht deutlich erscheint. Ferner geht von hier aus der *Schwanzfaden*, welcher kürzer als der Schwanz der Krähenspermien ist, aber wie dieser sich nach hinten hin allmählich zuspitzt und ohne abgesetztes Endstück spitz endigt. Am Ansatz des Schwanzes beim Kopfe ist auch ein spindelförmiger Körper, welcher dem an den Krähespermien oben beschriebenen entspricht; bei der Elster ist dieser Körper kürzer, breiter und hinten mehr zugespitzt; er ist auch etwas spiralig gedreht und zeigt eine undeutlich ausgeprägte körnige Zusammensetzung (Fig. 12, 13). Indessen kommen auch bei der Elster Spermien vor, an denen dieser Körper ein anderes Aussehen darbietet, indem er blasig aufgetrieben und hell erscheint (Fig. 15). Bis auf weiteres muss ich diesen Körper als zum Nebenkernorgan und infolge dessen auch zum Verbindungsstück gehörend betrachten.

Unter den Spermien, welche in den Kanalschlingen von Epididymis gefunden werden, trifft man nun auch, wie bei der Krähe, einzelne, an denen ein eigentümlicher Spiralstrang vorhanden ist. Dieser Strang, welcher vorn und hinten in dünne Spitzen ausläuft, windet sich um den Kopf und die vorderen Teile des Schwanzes, und zwar wie an den Krähenspermien, von vorn nach hinten gerechnet, von links nach rechts. Der Strang windet sich auch um das Spitzenstück bis zu dessen vorderem Ende empor. Bei den reifen Spermien hat er das in der Fig. 23 wiedergegebene Aussehen, ist also von cylindrischer Form, in der vorderen Hälfte etwas dicker und mit mehr länglich ausgezogenen Windungen. In der Epididymis und dem Vas deferens kommen dann noch zahlreiche solche freie Spiralstränge unter den Spermien vor, wie sie die Fig. 23 darbietet. Diese Stränge sind offenbar in normaler Weise von den reifen Spermien losgelöste, abgeworfene Bildungen. Sie können auch kürzer sein (Fig. 24).

In dem Hoden trifft man aber nur Spermien mit dem umwindenden Strang versehen, wie sie die Fig. 16, 17 und 18 zeigen. Diese Spermien, die grösstenteils noch nicht reif sind und verschiedene Entwicklungsstadien darbieten, haben Spiralstränge von einem anderen Aussehen als die der reifen Spermien, nämlich breitere, bandförmige, abgeplattete, mit dem hinteren Ende gewöhnlich lang fadenförmig ausgezogen (Fig, 16) oder auch zungenförmig (Fig. 17), in welchem Falle man in ihrer Substanz einen undeutlich körnigen Bau sieht. An solchen noch nicht reifen Spermien ist der Kopf grösser, sowohl länger als dicker, wenig oder nicht spiralig, und das Spitzenstück zeigt noch die Hülle mit dem hellen spiraligen Saum wenig ausgebildet.

In noch jüngeren Stadien (Fig. 19) sieht man oft den Kopf von einer hellen Substanz umhüllt, in welcher der noch dünne Spiralstrang sich oberflächlich windet. Es kommen indessen hinsichtlich des Verhaltens des Spiralstrangs wechselnde Umstände vor. Das Spitzenstück besteht in diesen früheren Stadien aus einem hinteren, sich stark färbenden kegelförmigen Stück und einer diesem vorn ansitzenden helleren, tütenförmigen Spitze (Fig. 19, 20). Diese beiden Teile, welche auch in Fig. 21 zu sehen sind, bilden sich dann allmählich zu dem axialen Stabe und dem spiraligen Hüllensaum aus, wie die Fig. 22 zeigt; in dieser Figur sieht man auch den Spiralstrang der Kopfhülle sich offenbar in den Saumrand des Spitzenstückes fortsetzen.

In diesen früheren Stadien erkennt man noch oft, dass der Schwanzfaden aus zwei nebeneinander verlaufenden Fäden besteht. Dies ist schon deutlich in Fig. 17 zu sehen, aber noch viel deutlicher tritt es in den Fig. 20, 21, 22 hervor. In den Fig. 20 und 21 kann man die beiden Fäden bis an das Hinterende des Kopfes sehen. Und in einem noch jüngeren Stadium (Fig. 25) erkennt man deutlich am vorderen Ansatze der beiden Fäden am Kopfe je einen proximalen Centralkörper.

In den letztgenannten jungen Stadien ist der Kopf noch kugelig mit einem etwa halbkugeligen Spitzenstück, in dem schon die zwei Teile sichtbar sind; in der in Fig. 26 abgebildeten Spermie findet man das Spitzenstück künstlich abgelöst und nur durch einen Faden noch mit dem eigentlichen Kopfe zusammenhängend. In den Fig. 27, 28 und 29 sind schliesslich noch drei sehr frühe Stadien abgebildet, von denen die Fig. 29 das Spermium in natürlicher Zelllage wiedergibt. Der Kopf (Kern) befindet sich noch in der kugeligen Zelle, nur wenig aus der Protoplasmasubstanz derselben ausgetreten; er hat schon sein Spitzenstück erhalten, und von seinem hinteren Umfang sieht man den dünnen Schwanzfaden ausgehen, um sich dann in spiraligen Windungen um die aus zahl-

reichen Körnern bestehende Zellkugel herum zu begeben. Die Fig. 27 und 28 stellen solche Spermatiden dar, in denen der Kopf aus der Zellkugel ausgezogen ist.

Wie aus dieser Darstellung hervorgeht, stellen die Spermien der Elster und der Krähe einen Typus dar, welcher in mancher Beziehung eigentümlich ist. Meine Bemühungen, auch Spermien von anderen Corviden zu bekommen, scheiterten leider. Weder von Corvus corax, von Trypanocorax frugilegus und Monedula, noch von den Garrulusarten gelang es mir, trotz vielfacher Bemühungen, spermienführende Exemplare zu bekommen.

Turdus musicus L.

(Taf. XXXIII.)

Aus der Fam. Turdidae finde ich in der Liste der von E. Ballowitz untersuchten Vögel keinen Vertreter; ebenfalls nicht in den Arbeiten anderer Autoren. Von den Turdusarten untersuchte ich den Turdus musicus und T. pilaris; hier sollen v. a. die Spermien des ersteren beschrieben werden. Ausserdem werde ich von den zu dieser Familie geführten Vögeln auch Aëdon luscinia, dessen Spermien meines Wissens noch nicht geschildert worden sind, berücksichtigen.

Die Spermien der Turdusarten ähneln in mehrfacher Beziehung denen der Corvidae, weichen aber in anderen wesentlich von ihnen ab.

Die Fig. 1 der Taf. XXXIII stellt ein reifes Spermium von *Turdus musicus* dar. Der eigentliche *Kopf* ist relativ kurz, cylindrisch, etwas spiralig gedreht, aber mit etwa nur einer Windung; man erkennt an seiner Oberfläche eine dünne, nur schwach ausgeprägte Spiralfaser, welche offenbar seiner sehr dünnen, den Kopf eng umschliessenden Hülle angehört. Am vorderen, im ganzen breiten Kopfende sitzt mit ebenso breiter Basis das stark ausgebildete *Spitzenstück*, welches länger als der eigentliche Kopf ist; es besteht aus einem länglich konischen, etwas spiralig gewundenen, stark färbbaren Axenteil und einer diesen umgebenden, den letzteren mit einer ziemlich langen Spitze vorn überragenden hellen Hülle, welche mit einem spiralig gewundenen Saum versehen ist.

Am hinteren Ende des Kopfes findet sich der halbkugelige oder kuchenförmige *proximale Centralkörper* (Fig. 1), und von diesem Ende läuft der lange, gerade, schwach färbbare *Axenfaden des Schwanzes* aus; er ist anfangs verhältnismässig dick, verschmälert sich aber allmählich nach hinten hin und läuft zuletzt sehr fein verdünnt aus, ohne ein abgesetztes Endstück zu zeigen. Um diesen geraden Axenfaden befindet sich ein Spiralstrang, welcher vorn am Hinterende des Kopfes zugespitzt beginnt und bald verdickt mit regelmässigen Windungen fortsetzt, welche, von vorne gerechnet, von vorn-links nach hinten-rechts ziehen und nach hinten hin immer enger werden, um eine Strecke vom Schwanzende zugespitzt zu endigen. Dieser Strang umwindet etwas mehr als die vorderen zwei Drittel des Axenfadens und lässt also den hinteren Teil desselben frei. Der Strang verdünnt sich auch von vorn nach hinten hin immer mehr. Wenn man nun den Bau dieses Spiralstranges etwas genauer untersucht, bemerkt man, dass derselbe nicht ganz einheitlich ist, sondern aus einem dickeren helleren und einem schmäleren dunkleren (stärker gefärbten) Teil besteht, von denen der letztere den äusseren Rand des Stranges in allen Windungen einnimmt. Um die Erklärung dieses Verhaltens zu bekommen, ist es nötig, die früheren Entwicklungsstadien zu studieren. Die Fig. 2 und 3 stellen solche Stadien dar. Aus ihnen wird die Sache sogleich klar. Der Spiralstrang besteht aus zwei Strängen, einem dickeren helleren (sich nur schwach färbenden) und einem schmäleren (stark färbbaren), welche im unreifen Stadium voneinander getrennt werden können, im reifen aber sich miteinander eng zusammenfügen. Es ist von besonderem Interesse, die Entwicklung dieser beiden Stränge zu verfolgen. In Fig. 3 findet man also ein Stadium, in welchem der dickere helle Teilstrang schon sehr weit nach hinten reicht; der Axenfaden ist noch schmal und im ganzen wenig länger als der dicke Strang; durch die Präparation ist der Axenfaden teilweise nach oben hin verschoben und bildet eine Schlinge. In der Substanz des dicken Stranges erkennt man, besonders in seinen hinteren Partien, einen deutlich körnigen Bau. Offenbar liegt hier ein echter Protoplasmastrang vor, aus welchem sich der schmale dunkle Teilstrang wahrscheinlich auch differenziert. Der dicke Teilstrang ist aber der eigentliche Rest des ursprünglichen Protoplasmaklumpens der Spermazelle. In den Fig. 4, 5, 6, 7, 8 findet man seine Entwicklung in den früheren Stadien und sieht, wie er sich aus diesem Klumpen allmählich ausbildet, wobei seine vorderen Partien zuerst entwickelt werden (Fig. 8, 5, 4); hierbei entsteht auch zuletzt der schmale, dunkle Teilstrang (Fig. 4). Von besonderem Interesse ist es zu finden, dass sich in diesem Stadium (Fig. 4 und sogar schon in Fig. 5) der Spiralstrang um den Kopf selbst und sogar um das Spitzenstück herumwindet. Dies ist in den folgenden höheren Stadien (Fig. 3, 2) in ausgeprägter Weise auch der Fall; das

vorderste Ende desselben Spiralstrangs, welcher sich um den Schwanzfaden und den eigentlichen Kopf windet, wird zu dem Spiralsaum und der Spitze des Spitzenstückes (Fig. 2) und bleibt noch im reifen Stadium (Fig. 1) als solche zurück, obwohl er sich dabei verdünnt. Am eigentlichen Kopfe des reifen Spermiums sieht man ihn nunmehr nur als einen schmalen Spiralstreifen.

Von dem an den reifen Spermien der Corviden und auch bei manchen anderen Passeres am Anfang des Schwanzes befindlichen kleinen sackförmigen Körper sieht man an den reifen Turdusspermien nichts, sondern nur einen hellen, blasenartigen Saum; in jüngeren Stadien (Fig. 3) findet sich hier oft ein grösserer, rundlicher, homogener Körper. In den noch früheren Stadien fehlt ebenfalls die fragliche sackförmige Bildung (Fig. 4—8).

Wenn man nun diese früheren Stadien genauer studiert, erkennt man, dass sich der Kopf aus einem beinahe kugeligen Körper, dem Zellkern, und einem ihm vorne ansitzenden, etwa halbkugeligen Spitzenstück ausbildet (Fig. 13), welche noch, umgebogen, an der Oberfläche der Protoplasmakugel liegen; an dem hinteren Umfang des Kopfes findet sich der proximale Centralkörper, und von hier läuft der noch dünne Schwanzfaden hinaus, um sich in weiten Schlingen an der Zelloberfläche zu winden. Im Zellprotoplasma sind zahlreiche helle, kugelige Körner sichtbar. Ausserdem findet man in der Regel schon sehr früh dicht hinter dem Kopfe, neben dem Schwanzansatze, eine grosse, hellglänzende, homogene Kugel (Fig. 9, 10, 11, 14), welche zuweilen mehr oval ist (Fig 12). Der Kopf selbst wird allmählich mehr oval und streckt sich in die Länge (Fig. 12, 9, 8, 6, 7, 5, 4). Das Spitzenstück wird immer mehr konisch oder hutförmig; es zeigen aber auch andere Formen (Fig. 10, 11, 12, 5, 7, 6); an dessen vorderem Ende findet sich oft ein Protoplasmaklumpen (Fig. 9, 11, 12), welcher sich allmählich zu einer Mütze umwandelt (Fig. 5, 7, 6), die sich wohl zuletzt mit dem Spiralstrangssaum verbindet.

Der am hinteren Kopfumfang befindliche *Centralkörper* zeigt sich anfangs in der Gestalt eines vorderen Körnchens und eines dicht hinter diesem gelegenen Ringes (Fig. 14). In den folgenden Stadien sieht man hier in der Regel nur einen dunkel färbbaren Kuchen, in dem eine weitere Differenzierung nicht hervortritt. Der Schwanzfaden findet sich noch lange, wie in Fig. 13, in Windungen angeordnet; die Fig. 4, 5, 7 zeigen auch solche Verhältnisse. Durch die Präparation und Zerreissung des Protoplasmaklumpens kann aber der Schwanzfaden ausgerissen und mehr gerade gestreckt werden (Fig. 10, 11). Um den vorderen Teil des Schwanzfadens sammeln sich kugelige Körner als eine Hülle (Fig. 8, 7, 6), ungefähr wie die v. Brunn'schen Körner, und bilden allmählich den oben beschriebenen hellen Spiralstrang, welcher dann immer mehr wächst, wobei sich die Spermie auch immer mehr streckt und gerade wird (Fig. 6 etc.). Der Spiralstrang zeigt sich anfangs, besonders in seinem hinteren Teil, oft als ein abgeplattetes Band (Fig. 15, 16, 17) und geht nach hinten hin immer mehr noch undifferenziert in den Rest des ursprüngligen Protoplasmaklumpens über (Fig. 17, 3). Der Axenfaden windet sich gewöhnlich in diesem Stadium, mehr oder weniger von dem sich ausbildenden Spiralstrang umwunden, in Schlingen, in deren Centrum der Protoplasmarest gelegen ist (Fig. 17, 18).

Was die früheren Stadien der Spermiogenese betrifft, so ist es diesmal nicht meine Aufgabe, sie eingehender zu beschreiben. Ich teile deshalb nur vier Figuren mit (Fig. 19—22), welche als Vorläufer zu einer späteren Mitteilung dienen können. Es würde zu weit vom Plane dieser Arbeit abführen, hier auf diese Fragen näher einzugehen.

Sturnus vulgaris L.

(Taf. XXXVII, Fig. 17—19.)

Den Spermien des Turdus und auch gewissermassen denen der Corviden am nächsten stehen, ihrer Organisation nach, die Spermien von Sturnus und Muscicapa. Hier sollen diejenigen von Sturnus, welche von Ballowitz nicht untersucht und in sein Verzeichnis nicht aufgenommen worden sind, zuerst berücksichtigt werden.

Die Fig. 17 stellt eine fertige Spermie dar. Man erkennt an ihr den cylindrischen, in etwa zwei Spiralwindungen gebogenen *Kopf*, mit dem noch etwas längeren, ziemlich dicken, konischen *Spitzenstück*, dessen Axenteil oder Innenzapfen bis in die Spitze reicht, und dessen Spiralsaum mit drei (oder noch etwas mehr) wenig hinausragenden Windungen versehen ist. An den nicht reifen Spermien (Fig. 18) sieht man noch am Kopfe selbst einen deutlich ausgeprägten Spiralstrang, welcher sich nach vorn hin in den Spiralsaum des Spitzenstückes fortsetzt; an den reifen Spermien wird am eigentlichen Kopfe dieser Strang so reduziert, dass man ihn nicht mehr bemerkt.

Am hinteren Ende des Kopfes erkennt man zwei nebeneinander der Quere nach gelegene dunkle Körnchen, welche den proximalen *Centralkörper* darstellen; ihr Aussehen deutet darauf hin, dass sie optische Durchschnitte eines ringförmigen Körpers sein können; ob dies der Fall ist, oder ob sie wirklich zwei getrennte Körnchen

ausmachen, gelang es mir, trotz manchen Bemühens, nicht zu entscheiden. Ein sackförmiger Körper, wie er bei Corvus cornix und Pica und vielen anderen Passeres vorkommt, fehlt hier ganz am vordersten Ende des Schwanzes, wo dieser am Kopfe befestigt ist.

Der *Schwanz* besteht aus einem verhältnismässig dicken, geraden, nach hinten sich immer mehr verdünnenden Axenfaden, welcher an seinem hinteren Ende sehr fein hinausläuft und sogar scheinbar ein, obwohl undeutlich ausgeprägtes, kleines Endstück zeigt. Um die vorderen drei Viertel des Axenfadens, welcher offenbar auch selbst von einer dünnen Hülle bedeckt ist, windet sich ein abgeplatteter, ihm eng anliegender Spiralstrang, dessen beide Ränder in seinem vorderen Drittel dunkel erscheinen, wonach sich dieser Strang stark, nach hinten immer mehr, verschmälert und einfach erscheint, um zuletzt zu verschwinden. In etwas jüngeren unreifen Stadien (Fig. 18, 19) ist dieser Spiralstrang dicker, cylindrisch und mit mehr oder weniger weit abstehenden Windungen versehen, welche mit dem geraden Axenfaden nicht verbunden sind.

Muscicapa atricapilla L.

(Taf. XXXVII, Fig. 7—12.)

Die Spermien von Muscicapa schliessen sich in ihrer Organisation denen von Sturnus ziemlich nahe an, und zwar in der Hinsicht, dass man an ihnen im reifen Zustande keinen sackförmigen Körper am vordersten Ende des Schwanzes bemerkt. Ihr Schwanz ist aber länger und schmäler als bei dem Staar. In der Fig. 7 ist die vordere, und in Fig. 8 die hintere Partie eines solchen reifen Spermiums von Muscicapa abgebildet. Der *Kopf* ist cylindrisch, schwach spiralig gedreht mit einer sehr feinen, spiraligen Faser in der dünnen Hülle. Das *Spitzenstück* ist relativ lang, länger als der eigentliche Kopf, mit einem schmal konischen, spiralig gewundenen, stark färbbaren Axenteil oder Innenzapfen, welcher spitz bis in das vordere Ende des Stückes hinausläuft, und mit einer Hülle, welche einen schön spiralig gewundenen dünnen Saum besitzt. Am hinteren Ende des Kopfes sieht man, wie beim Staar, zwei dunkle Körnchen (Fig. 7), welche den *proximalen Centralkörper* bilden. Der *Schwanz* besteht aus einem gestreckten, relativ schmalen, nach hinten hin immer dünner werdenden und zuletzt sehr fein auslaufenden Faden (Fig. 8), und aus einem ihn umwindenden, ebenfalls ganz schmalen Spiralstrang, welcher das hintere Ende des Axenfadens nicht umwindet, sondern eine Strecke vorher aufhört. Im noch unreifen Zustande (Fig. 9) ist dieser Spiralstrang dicker und setzt sich als ausgeprägter Strang, gewunden, um den Kopf fort, um in den Spiralsaum des Spitzenstückes überzugehen. In noch jüngeren Stadien (Fig. 10) findet man den Axenfaden noch schmäler und nicht selten auch etwas spiralig gewunden sowie, um ihn gedreht, den schon ziemlich dicken Spiralstrang, der von dem Axenfaden noch frei absteht. Nach vorn hin geht der Spiralstrang dicht hinter dem Kopfe in eine grosse, tropfenförmige Anschwellung über. In noch jüngeren Stadien finden sich in den Windungen des Spiralstrangs grosse, helle, rundliche, glänzende Tropfen einer dem einhüllenden Protoplasma angehörigen Substanz (Fig. 12). Diese den Strang umhüllende Protoplasmamasse lässt sich in etwas späteren Stadien noch nachweisen (Fig. 11).

Chloris chloris (L.).

(Taf. XXXVI, Fig. 1—11.)

Mit einer allgemeinen Besprechung des Baus und der späteren Entwicklung der Spermien der Singvögel.

Es bleibt nun hier übrig, die Spermien einer Gruppe von Singvögeln zu beschreiben, bei denen der Spermientypus im ganzen einheitlich ist und die Verschiedenheiten mehr die Proportionen der einzelnen Teile betreffen. Es sind Vertreter der Familien Sylviidae, Alaudidae, Motacillidae, Fringillidae sowie der zu den Turdidae geführte Aedon.

Ich habe hier als Repräsentanten dieser Gruppe den *Chloris chloris* gewählt, weil seine Spermien verhältnismässig gross und in ihrem Bau scharf ausgeprägt sind, und weil von ihrer Entwicklung eine Reihe typischer Stadien hier abgebildet vorliegt. Im Zusammenhang hiermit werde ich aber auch die Regeln für den inneren Bau und die Entwicklung der Spermien der Singvögel im allgemeinen besprechen und die Abbildungen, welche sich in dieser Hinsicht auf die Spermien einiger anderer Vögel dieser Ordnung beziehen und die Reihe der Figuren von den Chlorisspermien komplettieren können, zum Vergleich und zum näheren Verständnis der vorliegenden Fragen in der Darstellung mit heranziehen.

Die reifen Spermien von Chloris (Fam. Fringillidae) haben nicht nur einen sehr langen Schwanz (Fig. 1), sondern auch der Kopf ist durch die ungewöhnlich starke Ausbildung des Spitzenstückes, im Verhältnis zu den meisten übrigen bisher bekannten Vogelspermien, bedeutend. Der eigentliche, dem Kerne entsprechende *Kopf* ist indessen an sich nicht lang, aber ziemlich breit, oval, an seinem hinteren Teil ziemlich stark verschmälert; nach vorn ist die Verschmälerung geringer. Eine spiralige Drehung ist an ihm kaum bemerkbar; nur die schräge Abstutzung der beiden Enden deutet auf eine solche hin. An der Oberfläche des Kopfes sieht man indessen noch einen schief (spiralig) zum Spitzenstück aufsteigenden Faden.

Das *Spitzenstück* sitzt mit etwas schräger, breiter Basis auf dem Vorderende des eigentlichen Kopfes und steigt von demselben, mehr als drei Mal so lang, schön spiralig gewunden nach vorn hin. Die Zusammensetzung des Spitzenstückes ist bei diesen Spermien ausserordentlich deutlich; man unterscheidet an ihm einen axialen, in etwa drei Windungen spiralig gedrehten, cylindrischen, nach vorn hin aber immer schmäler werdenden und vorn spitz auslaufenden, sich in Rosanilin stark färbenden Zapfen, welcher von einer sich nur schwach färbenden Hülle umgeben ist; diese Hülle sendet nun mit drei spiraligen Schraubenwindungen einen dünnen Falz oder Saum nach aussen hin, dessen Rand ein mehr glänzendes Aussehen darbietet und als Fortsetzung des an dem eigentlichen Kopf sichtbaren feineren Streifens erscheint; die hinteren beiden Schraubenwindungen dieses Spiralsaumes sind breiter, besonders die zweite; dann verschmälert sich der Saum immer mehr nach vorn hin und läuft am vorderen Ende des Spitzenstückes ganz verengt aus, um zusammen mit dem vorderen spitzen Ende des axialen Zapfens das schmale Ende des Stückes zu bilden (Fig. 1).

Um die Zusammensetzung des Spitzenstückes der reifen Spermien zu verstehen, ist es indessen nützlich, die Entwicklung desselben zu verfolgen. Schon bei der Besprechung der Spermien des Turdus und der Corviden ist diese Frage berührt worden. Um sie aber hier etwas eingehender zu eruieren, werde ich die betreffenden Verhältnisse auch bei Fringilla coelebs, Passer passer und einigen anderen Singvögeln gleichzeitig besprechen.

In sehr frühen Stadien, in denen der eigentliche Kopf noch fast kugelig ist, sitzt das Spitzenstück als ein halbkugeliger heller Körper an dessen vorderem Teil fest (Taf. XXXVI, Fig. 11, 10, Chloris; Taf. XXXII, Fig. 10, Corvus cornix; Taf. XXXIII, Fig. 13, 9, Turdus musicus). Man sieht im Spitzenstück noch keine Differenzierung. Allmählich schiesst nun von dem vorderen Umfang des eigentlichen Kopfes her ein anfangs ganz niedriger Hügel in das Innere des Spitzenstückes empor (Taf. XXXIV, Fig. 14, Fring. coelebs), welcher die Farbstoffe (Rosanilin, Hämatoxylin) aufnimmt. Dieser Hügel wächst dann immer mehr (Taf. XXXIV, Fig. 15, 16, 17, 18, Fring. coelebs) und legt sich an eine Seite des Spitzenstückes (Fig. 16, 18); er spitzt sich nach vorn hin etwas zu und zeigt nicht selten ein knopfförmiges vorderes Ende (Taf. XXXIII, Fig. 12, 11, Turdus); dann verlängert er sich immer mehr, wird fingerförmig (Taf. XXXVI, Fig. 9, 5, 6, 16, Chloris; Taf. XXXIV, Fig. 12, Fring. coelebs), biegt sein vorderes Ende immer mehr hakenförmig um (Taf. XXXVI, Fig. 8, Chloris; Taf. XXXIV, Fig. 19, 11, 9, 10, Fring. coelebs) und geht allmählich in eine deutlich spiralige Form über (Taf. XXXVI, Fig. 3, 4, Chloris), um schliesslich die ausgebildete Gestalt des Innenzapfens des Spitzenstücks anzunehmen (Taf. XXXIV, Fig. 7, 4, 3, 2, Fring. coelebs).

Während dieses Auswachsens des axialen Innenzapfens verhält sich das ursprüngliche helle Spitzenstück, in welchem sich der Innenzapfen entwickelt, in der Weise, dass es sich von seiner ursprünglichen halbkugeligen Form zuerst zu einer ovalen Form verlängert und sich zugleich vergrössert; dabei bildet es allmählich immer mehr eine länglich ausgezogene Tüte oder Hülle um den Zapfen und windet sich spiralig um ihn (Taf. XXXIV, Fig. 9, 8, 7, 4, Fring. coelebs; Taf. XXXVI, Fig. 5, 4, 3, Chloris; Fig. 14, Chrysomitris); schliesslich bildet sich diese Hülle zu dem spiraligen, abgeplatteten, bei den Spermien der verschiedenen Vogelarten verschieden breiten und hinausragenden Schraubensaum des reifen Stadiums um. Das ursprüngliche helle Spitzenstück ist also als die Bildungsstätte des Innenzapfens zu betrachten und bleibt zuletzt noch als eine Art Hülle desselben zurück. Wie der Innenzapfen zuerst entsteht, ist schwer zu entscheiden. In den ersten Stadien des Spitzenstückes sieht man von ihm keine deutliche Spur, oder höchstens nur einen kleinen Beleg an der Basis des Stückes auf dem Kopfe (Taf. XXXIV, Fig. 13); dann erhebt er sich hügelartig und wächst in der angegebenen Weise weiter. Dass er von der eigentlichen Kopfsubstanz kommt, ist kaum annehmbar; schon von Anfang an färbt er sich von dieser verschieden; wahrscheinlich findet er sich in nuce an der Grenze zwischen dem ursprünglichen hellen Spitzenstück und dem Kopfe. Der Innenzapfen kann wohl als ein relativ stark entwickeltes Homologon des Stäbchens oder Stiftchens angesehen werden, welches bei den Spermien verschiedener anderer Vogelordnungen (Anatidae, Scolopacidae, Gallinacei, Psittaci) im Spitzenstück vorkommt, und welches auch bei diesen von einer Art Hülle oder Tüte umgeben ist.

Nach dieser Besprechung der Zusammensetzung und Entwicklung des Spitzenstückes bei den Singvögelspermien im allgemeinen kehre ich jetzt zu der Beschreibung der Spermien von *Chloris* zurück.

Am Anfang des Schwanzes findet sich am Kopfe der *proximale Centralkörper* als ein sich dunkel färbender Kuchen, welcher indessen in der Regel durch den oben bei den Corviden erwähnten, schon von v. Brunn (1884) und dann von E. Ballowitz genauer beschriebenen Körper so verborgen liegt, dass man ihn nicht gut wahrnimmt, falls nicht dieser Körper abgetrennt wird. Dieser letztgenannte Körper, den man gewöhnlich als »*Verbindungsstück*» aufführt, entspricht aber an sich nicht dem Spermiumteil, den ich von Anfang an damit gemeint habe, weil dieses Stück gerade die vorderste Partie des *Schwanzes* sein soll und in sich den Axenfaden enthalten muss. Der bei den Spermien der Passeres vorkommende fragliche Körper, den ich eigentümlicher Weise bei Turdus, Sturnus und Muscicapa vermisste, ist bei Chloris vorhanden und bildet ein ziemlich langes, sackförmiges Gebilde, welches am Schwanzansatze hinter dem Kopfe befestigt und, etwas spiralig gewunden, dem obersten Schwanzteil angeheftet ist. Er färbt sich stark mit Rosanilin und Hämatoxylin, zeigt keinen deutlichen inneren Bau und hängt zuweilen mit seinem hinteren abgerundeten Ende frei vom Schwanze hinaus; zuweilen nimmt man jedoch in ihm eine schwache körnige Beschaffenheit wahr. Es ist sehr möglich, dass dieser Körper den Ingredienzien eines Verbindungsstückes angehört; die Beweise dafür liegen indessen nicht klar vor; für eine Auffassung desselben als zu einem solchen Stück gehörig sprechen teils seine Lage am Anfang des Schwanzes, teils das Fehlen eines Verbindungsstückes von der gewöhnlichen, auch bei den anderen Vogelordnungen vorkommenden Beschaffenheit. Gegen dieselbe Auffassung sprechen aber nicht nur seine seitenständige Lage, sondern v. a. seine Entwicklung. Wenn man die letztere verfolgt, so findet man schon in den frühen Stadien neben dem Schwanzansatz einen kugeligen Körper (Taf. XXXVI, Fig. 11, 10, 9, 8), in welchem kein Bau erkennbar ist. Dieser Körper vergrössert sich nur sehr allmählich (Fig. 7, 6, 5), zeigt aber stets dieselbe Beschaffenheit und geht dann keine andere Veränderung ein als die Verlängerung zu dem schliesslichen sackförmigen Gebilde (Fig. 4, 1). Ganz dasselbe Verhalten bietet dieser Körper bei den anderen Singvögeln, wenn er vorhanden ist, dar. So z. B. bei Fringillla coelebs (Taf. XXXIV, Fig. 19, 14, 13, 18, 17, 16, 15, 8, 7, 4 etc.); hier findet man ihn zuweilen neben dem eigentlichen Kopfe liegend (Fig. 10) oder vom Kopfe abgetrennt und nach hinten verschoben (Fig. 14, 15, 21, 20). Das Studium der Entwicklung dieses Körpers gibt also keine wirkliche Erläuterung von seiner Bedeutung: mit der Entwicklung eines echten Verbindungsstückes hat sie keine zutreffende Ähnlichkeit. Es wäre nur möglich, dass er einem Teil eines solchen Stückes entspreche, und dann hat man v. a. an das Nebenkernorgan (die Mitochondrien) zu denken; leider gibt aber das Studium der Entwicklungsphasen des fraglichen Körpers für eine derartige Deutung keine wirklichen Anhaltspunkte: einen deutlich körnigen Bau konnte ich bis jetzt nie finden. Bis auf weiteres muss ich mich also skeptisch in dieser Frage stellen; möglicher Weise gelingt es einmal, Vögel zu finden, deren Spermien Übergangsformen zwischen diesen bei den Singvögeln bekannten und denen der anderen Vogelordnungen, bei denen der echte Sauropsidentypus der Spermien vorkommt, aufweisen.

Was nun den eigentlichen *Schwanz* der Spermien von Chloris betrifft, so ist derselbe, wie die Fig. 1 der Taf. XXXVI zeigt, verhältnismässig sehr lang; seine Länge verhält sich zu derjenigen der Turdusspermien ungefähr wie 5 : 2, und er ist noch viel länger als der Schwanz der Spermien der Krähe und der Elster. Wie bei den Spermien von Turdus, besteht er aber aus einem gestreckten Axenfaden, welcher schmal ist und, allmählich noch weiter verdünnt, in einen dünnen, zugespitzten Endfaden, ohne eigentliches Endstück, ausläuft. Um diesen gestreckten Faden ist mit lang ausgezogenen (etwa 30) Windungen ein ebenso schmaler, cylindrischer Spiralstrang gedreht, welcher jedoch den hintersten Teil des gestreckten Axenfadens frei lässt, indem er nur etwa die vorderen $^5/_6$ desselben umwindet und dann plötzlich aufhört.

Wenn man nun, wie bei dem Kopf und dessen Spitzenstück, auch beim Schwanz untersucht, wie sich das reife Stadium aus den früheren ausbildet, so findet man, dass sich der Schwanzfaden sehr früh entwickelt. Schon in den ersten Spermidenstadien entsteht der Schwanzfaden, indem er, wie gewöhnlich, von dem am Umfang des Kopfes (Kernes) gelegenen Centralkörper schnell hinauswächst und sich an der Oberfläche der Spermidenzelle reichlich windet (Taf. XXXVI, Fig. 11,10, 8). Nachdem sich die Spermiden mit den Fusszellen vereinigt haben, und ihre Protoplasmamasse mehr in die Länge gedehnt worden ist, löst sich der hintere Teil des Schwanzfadens aus ihr und ragt als freier Faden in das Kanallumen hinein. Die Fig. 7 und 5 (Taf. XXXVI) stellen zwei solche Spermidenstadien von Chloris dar, und die Fig. 16 derselben Taf. gibt ein entsprechendes von Chrysomitris wieder. In dem langen Protoplasmaklumpen, in dem der Schwanzfaden eine Strecke verläuft, um in der Regel etwas vor dessen Ende hinauszutreten, erkennt man eine grosse Menge von kugeligen Körnern ver-

schiedener Grösse; gewöhnlich sammeln sich solche Körner schon ziemlich früh ringsum den Schwanzfaden. Es sind dies Stadien, welche, wie oben erwähnt, schon von v. Brunn und Ballowitz geschildert worden sind. Die bisjetzt gelieferten Abbildungen derselben sind aber sehr unbefriedigend. In der Fig. 16 sieht man ein typiches solches Stadium mit dem vom hinteren Kopfende, meistens etwas seitlich an ihm, hinauslaufenden Schwanzfaden, an dessen vorderem Ende der Kuchen des Centralkörpers liegt. Einen hinteren Centralkörper kann man hier nicht finden. Um den Schwanzfaden haben sich die Körner angesammelt.

Aber noch im kugeligen Spermidenstadium (Taf. XXXIV, Fig. 19, vom Buchfinken) erkennt man, dass sich um die vordere Partie des in der Zelle noch gebogen liegenden Schwanzes die fraglichen Körner angereiht haben, und zwischen ihm und dem übrigen, hinteren Protoplasmaklumpen findet sich eine helle, unstrukturierte Substanz, von welcher schon oben bei den Turdusspermien die Rede war.

Aus dem den Schwanzfaden umgebenden körnigen Protoplasma entwickelt sich der *Spiralstrang*, wie dies schon bei Turdus beschrieben worden ist, und man ist wohl berechtigt anzunehmen, dass auch der gestreckte Faden aus diesem Protoplasma die Nahrungsbestandteile zu seinem Wachstum nimmt. Der Protoplasmaklumpen streckt sich in die Länge, um den Axenfaden herum, und seine Substanz wandelt sich teilweise in einen zuerst dicken, vorn mehr cylindrischen, hinten mehr abgeplatteten Strang um. Die Fig. 21 der Taf. XXXVII (von Aedon) stellt ein früheres Stadium dieses Prozesses dar; die Fig. 4, 5 und 6 der Taf. XXXIV (von Fring. coelebs) geben vordere Partien, die Fig. 23, 22 ders. Taf. hintere Partien von solchen Spermien mit sich entwickelnden Schwanzfasern wieder; in den Fig. 5 und 6 sieht man die meistens vorhandenen glänzenden Tropfen, welche für diesen Prozess bei so vielen Tieren charakteristisch sind; solche Tropfen sind auch schon bei Muscicapa (Taf. XXXVII, Fig. 12) geschildert worden. Aber auch bei Chloris sieht man sie an dem Hinterteil eines Spermiums (Taf. XXXVI. Fig. 2).

Der Spiralstrang ist im Anfang seiner Ausbildung in der Regel zuerst abgeplattet und dick (Fig. 2, 3 der Taf. XXXVI, von Chloris), wird aber allmählich, zuerst im vorderen Teil, cylindrisch und behält noch seine dicke Gestalt (Fig. 15 ders. Taf., von Chrysomitris; Fig. 5, 22, 23 der Taf. XXXIV, von Fring. coelebs etc.). Allmählich wird auch der hintere Teil cylindrisch, und der ganze Strang verschmälert sich in bedeutendem Masse; er legt sich auch dem gestreckten Faden immer enger an, je mehr die Reifung fortschreitet; der gestreckte Faden wird gleichzeitig immer dicker. Zuletzt haften sie innig aneinander, so dass sie nur durch die Präparation, v. a. die Maceration, voneinander getrennt werden können. Im reifen Sperma kommen zwar abgetrennte Spiralfasern oft zahlreich vor; wahrscheinlich liegt aber hier ein rückläufiger Prozess, ein Zerfall, vor. Nur bei den Corviden — und vielleicht bei Lanius und Oriolus, wie es nach den Untersuchungen von Ballowitz vorzukommen scheint — ist die Ablösung des Spiralstranges im Reifestadium ein ganz normaler und konstanter Prozess.

In den späteren Stadien der Ausreifung ist bei den meisten Singvögeln die hintere Partie des Schwanzes zu einem kugeligen Knäuel gewunden. Die Fig. 11 der Taf. XXXV gibt vom Buchfinken ein vollständiges solches Spermium wieder. Man sieht in diesem Knäuel den dunkel gefärbten gestreckten Faden seine unregelmässige Windungen machen, und, ihm mehr oder weniger nahe folgend, den Spiralstrang sowie in der Mitte des Knäuels den Rest des Protoplasmaklumpens mit einem oder mehreren eigentümlichen dunklen Körnern, welche vielleicht als regressive Produkte aufzufassen sind. Die Fig. 12 ders. Taf. stellt ein zweites solches Hinterende eines Spermiums mit dem gewundenen »gestreckten» Faden, dem Protoplasmaklumpen und dessen eigentümlichen Kugeln dar, welche letzteren zuweilen als eine Art Pigmentkugeln erscheinen. Von derselben Vogelart (Buchfinken) habe ich noch zwei geknäuelte Hinterenden in starker Vergrösserung wiedergeben lassen, nämlich in den Fig. 24 und 25 der Taf. XXXIV. In beiden sieht man diese Enden je mit einem birnenförmigen Tropfen abgeschlossen, in welchem der »gestreckte» Faden Windungen macht, um in dieser Weise zu endigen; der Spiralstrang tritt in den Tropfen hinein, in Fig. 25 als spiralig gewundenes Band, welches der Oberfläche des Tropfens anliegt; in beiden Fällen liegt das hintere Ende des sehr wenig ausgebildeten Spiralstrangs noch nicht dem anderen Faden an.

Wie bekannt ist und auch oben betont wurde, liegen die sich allmählich ausreifenden Spermien der Singvögel bündelweise zusammen und stecken mit ihren vorderen Enden in den oberen, nach dem Kanallumen gekehrten Enden der Fusszellen. Die schon oben angeführte Fig. 11 der Taf. XXXII stellte bei der Krähe eine solche Fusszelle mit dem Spermienbündel dar. Auf der Taf. XXXV sind noch einige solche Bündel in schwächerer Vergrösserung wiedergegeben. Die Fig. 8 (von Passer passer) und Fig. 13 (von Fring. coelebs) zeigen ganze Bündel, die letztere in etwas stärkerer Vergrösserung. Diese Bündel stellen Stadien dar, in welchen die Bündel schon von ihren betreff. Fusszellen abgetrennt sind. Man erkennt in diesen Bündeln eine grosse Anzahl von Spermien, welche vom Protoplasma und zu äusserst von einer dünnen Hülle umgeben sind. Am hinteren Ende des Klumpens treten die Schwänze

hinaus und ziehen als lange Fäden weiter fort; die Fäden, welche in der Mitte des Bündels liegen, verlaufen gestreckt nach hinten; die aber, welche an der Peripherie liegen, sind mit ihren Hinterenden zu kugeligen Knäueln aufgerollt. Wenn man nun die in den Bündeln befindlichen Spermien genauer betrachtet, bemerkt man, dass die Köpfe in verschiedener Entfernung vom vorderen Ende des Bündels gelegen sind, und dass die weiter nach hinten hin befindlichen meistens weniger entwickelten Stadien entsprechen; den weniger entwickelten Spermiden gehören offenbar diejenigen Schwänze an, welche zu Knäueln aufgerollt sind. Die Fig. 14 und 15 stellen in stärkerer Vergrösserung hintere Partien solcher Spermienbündel mit Schwanzknäueln dar; in Fig. 14 ist die Konturlinie des ganzen Spermienbündelklumpens angegeben.

Es wurde eben erwähnt, dass die in den Bündeln mit ihren Köpfen mehr nach hinten gelegenen Spermien auf niedrigeren Entwicklungsstufen stehen; es zeigte sich nun auch, dass diese Spermien oberflächlich an den Bündeln liegen. Die Fig. 9 der Taf. XXXV zeigt dies (von Passer passer) in schwacher Vergrösserung sehr deutlich: Ein vom unteren Teil einer Fusszelle abgelöstes Spermienbündel, welches zwischen unentwickelten Spermiden eingebettet liegt, zeigt hier in seinem oberen Teil eine Menge von Köpfen beinahe reifer Spermien und weiter hinab an beiden Seiten des Schwanzbündels in verschiedener Höhe zwölf Spermien in früheren Entwicklungsstadien (Spermiden), deren Schwänze mit ihren Protoplasmaanhängen (auf der Stufe der in Fig. 5, 7, 16 der Taf. XXXVI) zu beiden Seiten des Bündels hinausragende Buckel bilden. Solche stark retardierte Spermiden wurden jedenfalls nicht bei allen Singvögeln angetroffen, bei den meisten nur in einzelnen Fällen, bei Passer passer aber beinahe konstant. In Fig. 10 der. Taf. XXXV ist vom letzteren Vogel ein solches Bündel im Querschnitt wiedergegeben; die kleineren schwarzen Körnchen sind quer getroffene Schwänze, die in der Peripherie gelegenen sieben grösseren Körner stellen quer getroffene Köpfe retardierter Spermiden dar. Wenn man solche retardierte Spermiden genauer untersucht, trifft man unter ihnen nicht selten anormal entwickelte Exemplare; ein solches ist das in Fig. 6 ders. Tafel abgebildete, und ein anderes das in Fig. 7 wiedergegebene, wo zwei Spermiden mit ihren Köpfen dicht zusammengeklebt sind, und die Schwänze auch zusammenhängen; solche scheinbar kopulierte Spermiden traf ich in diesen Präparaten zahlreich an.

Was nun die Bündel der Spermien (resp. Spermiden) betrifft, versuchte ich nachzusehen, ob die Anzahl der in ihnen befindlichen Elemente bestimmten Regeln unterworfen sei, was an dünnen Querschnitten im Hodenmaterial sich ziemlich leicht eruieren lässt. Ich konnte aber keine solche Regeln nachweisen. Die Anzahl der Spermiden wechselte in den einzelnen Bündeln recht ansehnlich. Die Fig. 26—29 der Taf. XXXIV stellen solche Querschnitte von Bündeln dar, welche mit Zenker-Heidenhain behandelt waren; die schwarzen Körner sind quer getroffene Schwänze, welche von ihren Protoplasmamassen eingehüllt sind.

Nach dieser Darstellung von dem Bau und der Entwicklung der Spermien von Chloris, wobei die Spermien mehrerer anderer Singvögel (v. a. Fringilla coelebs, Passer passer etc.) zugleich berücksichtigt worden sind, kann ich nun in der folgenden Beschreibung der Spermien der übrigen von mir untersuchten Repräsentanten dieser Vogelordnung kurz sein, indem die allgemeinen Bauregeln für sie fast dieselben sind, und die Verschiedenheiten wesentlich nur die Proportionen betreffen.

Fringilla coelebs L.

(Taf. XXXIV und Taf. XXXV, Fig. 11—15.)

Die Spermien des Buchfinken sind schon früher der Gegenstand von Untersuchungen gewesen, und zwar v. a. schon längst von Schweigger-Seidel (1865) und von E. Ballowitz (1888). Der letztgenannte Autor hat sie auch sehr genau dargestellt, obwohl seine Abbildungen in sehr kleinem Massstab veröffentlicht wurden. Diese Spermien sind gewissermassen als für die Singvögelspermien typisch aufgefasst worden, und in der Tat finden sich bei ihnen alle die charakteristischen Eigenschaften. Da ich aber schon bei der Beschreibung der Spermien von Chloris diese Charaktere besprochen habe, lohnt es sich nicht, eine eingehende Schilderung derjenigen des Buchfinken zu geben, um so weniger als ich in jener Beschreibung, v. a. hinsichtlich der Entwicklung und Ausreifung der Spermiden, die Verhältnisse und die von mir mitgeteilten Abbildungen der entsprechenden Teile beim Buchfinken schon ausführlich behandelt habe.

Ich werde mich deshalb hier darauf beschränken, die den Spermien des Buchfinken eigentümlicheren Züge hervorzuheben.

Die Spermien des Buchfinken sind ausserordentlich lang. Der Kopf gehört zwar nicht zu den längsten, indem sowohl Chloris als Aedon längere Köpfe, resp. Spitzenstücke, haben. Aber der Schwanz ist beim Buchfinken noch etwas länger als bei Chloris. Wenn eine Buchfinken-Spermie in der von mir angewandten stärksten Vergrösserung (dreimal linear etc.) abgebildet worden wäre, hätte sie die Tafellänge etwa dreimal in Anspruch genommen. Ich habe deshalb in Fig. 1 auf der Taf. XXXIV eine solche nach Zenker-Heidenhain behandelte Spermie ohne diese dreimalige lineare Vergrösserung abbilden lassen, um einen Begriff von den Proportionen der einzelnen Teile dieser Spermien zu geben. In dieser Vergrösserung ist es aber unmöglich, den feineren Bau derselben genauer darzustellen. Die übrigen Figuren sind deshalb noch dreimal linear vergrössert.

Der *Kopf* und die vordere Partie des Schwanzes zeigen nach Behandlung mit Osmium, Rosanilin und Kaliacetat das in Fig. 3 der Taf. XXXIV wiedergegebene Aussehen. Der eigentliche Kopf ist breit oval, etwas schief, kürzer als bei Chloris, ohne sichtbaren Spiralstreifen in der Hülle. Das *Spitzenstück* fängt unten mit etwas schräg abgestutzter, breiter Basis an und besteht aus einem in nur zwei, aber stark ausgesprochenen Spiralwindungen gedrehten Innenzapfen und einem diesen beiden Windungen folgenden, stark hinausragenden, abgeplatteten hellen Saum, welcher in der Mittenpartie am stärksten ist und sich besonders nach vorn hin verschmälert, wo er zusammen mit der Spitze des Innenzapfens das vordere spitze Ende bildet. Für das Spitzenstück der Buchfinken-Spermien ist, wie auch Ballowitz erwähnt, die Richtung des Spiralsaums charakteristisch, indem nämlich dieser Saum nicht nur nach aussen, sondern auch nach vorne gewandt ist (Fig. 2, 3). Bei Chloris und den meisten anderen untersuchten Passeres ist diese Richtung des Schraubensaumes nach vorne nicht, wie beim Buchfinken, vorhanden oder jedenfalls nicht so ausgeprägt. Dass der Saum einer Hülle des Spitzenstückes angehört, ist offenbar; dies geht v. a. aus dem Bau desselben während seiner Entwicklung hervor (Fig. 4, 8, 7 der Taf. XXXIV).

Nach der Behandlung der Spermien mit Zenker-Heidenhain findet man ungefähr denselben Bau des Kopfes wie mit Osmium-Rosanilin. Nur wird der eigentliche Kopf stark geschwärzt und zieht sich mehr kugelig zusammen (Fig. 1, 2 ders. Taf.), wie dies auch in den jüngeren Stadien (Fig. 12—18) ersichtlich ist. Durch Fäulnis und Maceration fällt oft das Spitzenstück ab; man findet dann, dass die vordere Fläche des eigentlichen Kopfes schräg ausgehöhlt ist (Fig. 6), so dass sich eine solche Vertiefung von der einen Seite zur anderen erstreckt. Eine ähnliche Aushöhlung der vorderen Fläche ist auch an den mit Osmium behandelten Spermien (Fig. 20, 21) schön nachweisbar. Ballowitz hat sie als konkav beschrieben; diese Konkavität ist aber nur von einer Seite zur anderen, gewissermassen sattelförmig und zugleich schräg gerichtet. Von dem einen Rande derselben steigt oft ein Faden nach vorne zum Spitzenstück empor, was besonders in jüngeren Stadien nachweisbar ist (Fig. 5, 6); dieser Faden, welcher nach der Ablösung des Spitzenstücks gut hervortritt, ist offenbar eine vom Spiralsaume des Spitzenstücks abgetrennte Partie des Randfadens.

Der *Schwanz* ist bei den Spermien des Buchfinken wie bei Chloris gebaut und besteht aus einem langen *gestreckten axialen Faden*, welcher sich nach hinten hin allmählich verdünnt und, ohne abgesetztes Endstück, spitz ausläuft, sowie aus einem um diesen gestreckten Faden sich windenden *Spiralstrang*, welcher nur das hintere Ende des ersteren frei lässt (Fig. 1, 2, 3). Der *Centralkörper* stellt einen am Hinterende des eigentlichen Kopfes um den Schwanzansatz herum gelegenen Kuchen dar (Fig. 20); und der auch hier befestigte *sackförmige Körper*, welcher hier nur ausnahmsweise etwas nach hinten verschoben liegt, verhält sich ungefähr wie bei Chloris, indem er einen ziemlich schmalen, am hinteren Ende abgerundeten, ein wenig spiralig gedrehten, etwas abgeplatteten Strang (Fig. 2, 3) bildet, welcher der Seite des Anfangs des Schwanzes dicht anliegt.

Was den Bau und die Entwicklung der Spermien des Buchfinken im übrigen betrifft, wird auf die Darstellung der Spermien von Chloris hingewiesen.

Emberiza citrinella L.

(Taf. XXXVII, Fig. 13—16.)

Die Spermien dieses zur Fam. Fringillidae gehörenden Singvogels sind denen von Chloris und Fringilla coelebs ähnlich. Der eigentliche *Kopf* ist länglich oval, mit stärkerer Ausbuchtung der einen Seitenpartie und mit etwas schräg abgestutzten Endflächen. Das *Spitzenstück* ist etwa $2^1/_2$ mal so lang als der eigentliche Kopf und besteht aus einem langen, schmal konischen Innenzapfen, der etwa $2^1/_2$ Spiralwindungen darbietet, sowie aus einer diesen umgebenden Hülle, welche einen entsprechenden hervorragenden, abgeplatteten Spiralsaum besitzt; dieser Saum hat also auch $2^1/_2$ Windungen, welche nicht so weit hinausragen, wie bei Chloris und Fring. coelebs,

sondern dem Spitzenstück entlang, mehr gleichartig gestaltet sind und erst nach der Spitze hin, die sie zusammen mit dem Ende des Innenzapfens bilden, ganz niedrig werden (Fig. 13). Im unreifen Zustande (Fig. 16) sieht man, wie sich diese Hülle verhält und ausbildet. Der *Schwanz* besteht aus dem langen, schmalen, gestreckten axialen Faden und dem sich um diesen windenden Spiralstrang (Fig. 13, 14), von denen sich der letztere aus einem weit dickeren, etwas abgeplatteten Spiralband ausbildet (Fig. 15, 16). Der sackförmige Körper am vorderen Ende des Schwanzes ist ausserordentlich lang und schmal (Fig. 13, 15, 16), beinahe zweimal so lang als der eigentliche Kopf.

Chrysomitris spinus (L.).

(Taf. XXXVI, Fig. 12—17.)

Den eben beschriebenen Fringilliden steht in Betreff der Spermien auch Chrysomitris nahe. Die langen Spermien desselben haben einen ziemlich kurzen, ovalen eigentlichen *Kopf* (Fig. 12) und ein Spitzenstück, welches beinahe 4 mal so lang ist als dieser. Dieses Spitzenstück besteht aus einem stark färbbaren Innenzapfen, welcher in seinen hinteren zwei Dritteln sehr stark spiralig gewunden ist (mit etwa zwei Windungen), im vorderen Drittel dagegen sehr wenig gedreht oder beinahe gerade ist, sowie aus einer hellen Hülle, welche einen stark abgeplatteten, gewissermassen membranösen, spiralig gewundenen Saum hat; dieser Spiralsaum, welcher den Innenzapfen als Spindel hat, und, wie bei den Spermien der Passeres im allgemeinen, von der Konvexität der Spiralbogen desselben hinausragt, reicht in allen seinen Windungen ziemlich stark nach aussen (Fig. 12, 13, 14) und läuft an der Spitze des Innenzapfens mit dieser zusammen. Die Fig. 15 stellt ein solches (sehr grosses) Spermium im noch unreifen (Spermiden-) Stadium dar, in welchem die noch saumlose Hülle sehr deutlich hervortritt.

Der *Schwanz* besteht, wie bei den Spermien der anderen Singvögel, aus einem gestreckten axialen Faden und einem ihn spiralig umwindenden Spiralstrang, welche beide im reifen Zustande schmal sind (Fig. 12, 13); im unreifen Stadium aber ist der Spiralstrang bedeutend dicker (Fig. 15). Fig. 17 stellt einen solchen unreifen Spiralstrang, der von dem gestreckten Faden abgelöst ist, dar; dieser Spiralstrang hat sich infolge seiner Elastizität zusammengeschnurrt. Fig. 16 zeigt ein jüngeres Spermidenstadium, welches den in Fig. 5 und 7 derselben Taf. abgebildeten Spermiden von Chloris ungefähr entspricht und bei der Beschreibung der Spermien dieses Vogels schon besprochen worden ist. In diesem Stadium sieht man in der Fig. 16 den kuchenförmigen *proximalen Centralkörper*.

Der eigentümliche sackförmige Körper am vorderen Ende des Schwanzes ist in dem reifen Stadium (Fig. 12, 13) kürzer als bei Emberiza, aber von ungefähr derselben Länge wie bei Chloris und Fringilla coelebs. In dem frühen Stadium der Fig. 16 ist er noch kugelig und von geringem Umfang.

Anthus obscurus (Latham).

(Taf. XXXVII, Fig. 4—6.)

Weil die Spermien von Anthus obscurus im ganzen den zuletzt beschriebenen sehr ähnlich sind, werden sie hier in Verbindung mit ihnen besprochen.

Die Fig. 5 stellt ein ganzes solches Spermium in derselben Vergrösserung, wie die vorigen, dar. Der eigentliche *Kopf* ist ziemlich lang, ungefähr wie bei Muscicapa, und verschmälert sich gegen die beiden Enden; er zeigt deutlich eine spiralige Drehung. Das *Spitzenstück* ist etwa doppelt so lang als der eigentliche Kopf und besteht, wie bei den oben beschriebenen Singvögelspermien, aus einem spiralig gedrehten Innenzapfen und einem um diesen gewundenen, der Hülle angehörigen Spiralsaum, welcher sogar etwas mehr als drei Windungen hat; dieser Saum steht vom Innenzapfen in seiner ganzen Länge ziemlich weit ab, ungefähr wie bei den Spermien von Emberiza citrinella. Die feine Spitze des Innenzapfens reicht auch hier bis an das vordere Ende des Spitzenstückes. Am vorderen Ende des eigentlichen Kopfes findet sich, wenn das Spitzenstück abgelöst ist, eine Grube (Fig. 6), welche im ganzen seicht erscheint (Fig. 6).

Vom hinteren Ende des Kopfes, wo der kuchenförmige *proximale Centralkörper* liegt, geht der gestreckte axiale Faden (Fig. 6, 5) ab und verschmälert sich allmählich nach hinten hin, zuletzt als ganz dünner Faden, ohne abgesetztes Endstück, endigend (Fig, 5). Um ihn windet sich der ebenfalls schmale Spiralstrang, welcher nur das hintere Ende des gestreckten Fadens frei lässt; der Spiralstrang gehört nur zu etwa $^3/_4$ des ganzen Schwanzes. Er lässt sich, besonders in den noch nicht ganz ausgereiften Stadien, besonders durch Fäulnis ziemlich leicht ablösen (Fig. 6).

Der sackförmige Körper ist ziemlich kurz, schwach spiralig gedreht.

Aedon luscinia (L.).

(Taf. XXXVII, Fig. 20—21.)

Bei diesem im zoolog. Systeme zu der Fam. Turdidae geführten Singvogel sind die Spermien von denen des Turdus musicus so verschieden, dass man hinsichtlich ihrer näheren Verwandtschaft etwas zweifelhaft wird. Die Fig. 20 stellt die vorderen Teile eines reifen Aedon-Spermiums dar. Sowohl das Spitzenstück des Kopfes als der Schwanz bieten auffallende Verschiedenheiten von denen des Turdus (Taf. XXXIII) dar.

Der eigentliche *Kopf* von Aedon ist nicht besonders lang, ziemlich breit cylindrisch, etwas spiralig gedreht oder gebogen. Das *Spitzenstück* ist etwa $2^1/_2$ bis 3 mal so lang als der eigentliche Kopf und besteht aus einem sehr stark spiralig gewundenen, dicken Innenzapfen, dessen oberes Ende hier nicht bis zum Ende des Spitzenstückes reicht, sondern von dem den Zapfen umwindenden spiraligen Hüllensaum noch etwas überragt wird, was möglicherweise davon herrühren kann, dass die volle Reife nicht erreicht ist. Dieser helle Spiralsaum ist abgeplattet und ragt von der Seite des Zapfens in dessen ganzer Länge eine Strecke hinaus, um dann, wie erwähnt, als ein schmaler, spiralig gewundener Fortsatz noch etwas auszulaufen und das Vorderende zu bilden. Von der Entwicklung des Spitzenstückes gibt die Fig. 21 ein interessantes Bild; in den betreff. Präparaten waren manche solche in verschiedenen Stadien vorhanden. Im Innenzapfen sieht man eigentümliche Vakuolbildungen mit Querreifen zwischen ihnen, und um den eigentlichen Kopf windet sich ein Spiralfaden, welcher zum Spitzenstück emporsteigt. Am hinteren Ende des Kopfes sieht man auch hier den schmal kuchenförmigen *proximalen Centralkörper* und den von hier aus entspringenden gestreckten axialen Faden des Schwanzes, um welchen sich ein spiraliger Strang mit anhängenden protoplasmatischen Körnerhaufen windet, aus denen sich der Schwanz ausbildet. Der reife *Schwanz* (Fig. 20) besteht aus dem schmalen, langen, gestreckten Faden und dem ihn umwindenden, ebenfalls schmalen Spiralstrang. Am vorderen Schwanzende erkennt man einen langen, schmalen sackförmigen Körper, während bei Turdus musicus ein solcher Körper vermisst wird. Vorne fand sich an diesem Körper noch ein anhängender, heller Tropfen, welcher vielleicht von der Entwicklungsperiode ein Überbleibsel darstellt.

Passer passer (L.).

(Taf. XXXV, Fig. 1—10.)

Die Spermien des Haussperlings wurden zuerst von v. Brunn eingehender beschrieben und offenbar im ganzen richtig aufgefasst.

In der Fig. 1 ist ein reifes solches Spermium auf der Taf. XXXV wiedergegeben. Man findet hier den eigentlichen *Kopf* ziemlich lang und schmal cylindrisch mit spiraliger Drehung, ohne sichtbaren Spiralfaden an der Oberfläche. Das *Spitzenstück* ist wenig länger als der eigentliche Kopf und besteht auch hier aus einem schmal konischen, vorn zugespitzten, von einer hellen Hülle umgebenen Innenzapfen, an dem auch ein im ganzen wenig ausgebildeter Spiralsaum hinausragt. Beim reifen Spermium reichen sowohl der Innenzapfen als die Hülle an das vordere Ende des Spitzenstücks. In den unreifen Stadien (Fig. 2, 4, 5) erreicht der Innenzapfen noch nicht dieses Ende, sondern die Hülle erstreckt sich weiter nach vorn hin und ist am ganzen Spitzenstück stärker ausgebuchtet; bei dem in Fig. 3 abgebildeten Spermium ist offenbar diese Hülle abgerissen. In den unreifen Stadien findet man auch um den eigentlichen Kopf einen Spiralfaden in der Hülle (Fig. 3, 4), welcher sowohl mit dem Hüllensaum des Spitzenstückes als dem Spiralstrang des Schwanzes zusammenhängt.

Der *Schwanz* der reifen Spermien besteht aus dem axialen gestreckten Faden, welcher schmal und nicht besonders lang ist, sowie aus einem diesen umwindenden, ebenfalls ganz schmalen Spiralstrang, der das hintere Ende des stark verschmälerten, kein abgesetztes Endstück darbietenden gestreckten Fadens frei lässt; diese Partie des letzteren ohne Spiralstrang stellt mehr als $^1/_4$ des ganzen Schwanzes dar. In früheren Stadien ist der Spiralstrang dicker (Fig. 2, 4).

Am Hinterende des Kopfes finden sich der kuchenförmige *Centralkörper* (Fig. 6) und der sackförmige Körper (Fig. 1—4), welcher bei Passer nicht besonders lang ist; er zeigt gewöhnlich die Andeutung zu einer spiraligen Drehung und ragt oft mit seinem unteren abgerundeten Ende etwas vom Schwanze hinaus (Fig, 2); zuweilen ist er nach hinten verschoben (Fig. 6) oder nach der Seite gedreht (Fig. 5). Über die Lagerung der Spermien in Bündeln ist schon oben bei Chloris berichtet worden.

Phylloscopus sibilatrix (Bechstein).

(Taf. XXXVII, Fig. 3—4.)

Als Vertreter der Familie Sylviidae soll hier der Phylloscopus (Phyllopneuste) sibilatrix dienen. Der Typus seiner Spermien reiht sich dem der übrigen beschriebenen Singvögel an; in einigen Beziehungen sind jedoch bei ihnen besondere Charaktere vorhanden. Erstens ist der Randsaum des Spitzenstückes weniger stark ausgebildet, und zweitens bildet der lange sackförmige Körper eine ausgesprochene Spirale. Der Schwanz ist verhältnismässig kurz, nicht viel länger als bei Passer und viel kürzer als bei Chloris und Fringilla.

Der eigentliche *Kopf* ist relativ lang, ungefähr wie bei Muscicapa und Passer, cylindrisch und deutlich spiralig gedreht (Fig. 3). Nach dem Abfallen des Spitzenstückes zeigt sich das vordere Ende des Kopfes (Fig. 4) schräg abgeschnitten und mit einer tiefen Grube versehen, in welche dieses Stück eingefügt war. Das Spitzenstück selbst (Fig. 3) besteht aus einem verhältnismässig langen, ausgezogen konischen Innenzapfen mit schwacher spiraliger Drehung. Die Hülle desselben bildet einen nur schwachen, wenig hervorragenden Spiralsaum, welcher beinahe als eine Spiralfaser erscheint, die bis an die nadelförmig scharfe Spitze des Innenzapfens reicht.

Der *Schwanz* besteht aus einem relativ starken gestreckten Faden und einem ihn spiralig umwindenden, im ganzen etwas schmäleren Spiralstrang, welcher nicht viel mehr als die vorderen zwei Drittel des gestreckten Fadens umwindet und also ein verhältnismässig langes hinteres Stück des letzteren frei lässt, an dem kein abgesetztes Endstück nachweisbar ist.

Der sackförmige Körper am Anfang des Schwanzes ist, wie oben erwähnt, lang, abgeplattet bandförmig und windet sich in zwei scharf ausgeprägten Spiralwindungen um den Schwanz. Das Aussehen des Centralkörpers blieb mir hier verborgen.

Alauda arvensis L.

(Taf. XXXVII, Fig. 1 und 2.)

Es erübrigt nun, die Spermien des Vertreters der Fam. Alaudidae zu besprechen. Die Fig. 1 gibt ein solches Spermium wieder. Auch bei diesem ist, wie bei Phylloscopus, der Randsaum des Spitzenstückes sehr schwach ausgebildet und die Länge des Schwanzes nicht gross, sogar geringer als bei dem Phylloscopus.

Der eigentliche *Kopf* ist, wie bei dem letztgenannten Vogel, ziemlich lang, cylindrisch und spiralig gedreht, mit ungefähr zwei Windungen. Das *Spitzenstück* ist etwas länger als der eigentliche Kopf und besteht aus einem schwach spiralig gedrehten Innenzapfen und einer ihn umkleidenden dünnen Hülle, welche einen äusserst schwach entwickelten, beinahe nur fadenähnlichen Spiralsaum zeigt. In den mir zugänglichen Präparaten ragte an der Spitze des Stückes die Hülle weiter als das vordere Ende des Innenzapfens hinaus; es ist jedoch sehr möglich, dass diese so beschaffenen Spermien nicht vollständig ausgereift waren, was auch mit dem Aussehen des Spiralstrangs übereinstimmt.

Der *Schwanz* besteht aus einem mittelmässig dicken, gestreckten, axialen Faden und einem ihn umwindenden Spiralstrang, welcher, wie eben angedeutet wurde, in dem abgebildeten Exemplar vielleicht noch nicht das schliessliche dünne Kaliber erworben hat; er findet sich nur um die vorderen drei Viertel des gestreckten Fadens und lässt also das letzte Viertel desselben frei; ein abgesetztes Endstück ist nicht nachweisbar.

Der *Centralkörper*apparat zeigte sich hier deutlich in der Gestalt von zwei nebeneinander gelegenen Körnchen am hinteren Ende des Kopfes (Fig. 1), welche Körnchen also entweder als separate oder als optische Durchschnitte eines Ringes aufgefasst werden können; dies liess sich gleichwohl leider nicht entscheiden.

Der sackförmige Körper, dessen vorderes Stück hier schwächer gefärbt war, ist im ganzen kurz und zeigt deshalb auch nur eine Andeutung zur spiraligen Drehung.

In den jüngeren Stadien (Fig. 2) zeigte sich im Spiralstrang des Schwanzes teils eine körnige, teils eine strangförmige Anordnung ohne deutliche Differenzierung; auch im Spitzenstück war die Differenzierung schwach.

RÜCKBLICK.

Nach der obigen Darstellung der Spermien der von mir untersuchten Vögel ist noch eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse angemessen. Es hat sich dadurch im ganzen erwiesen, dass die durch Schweigger-Seidel angebahnte, von v. Brunn mit bewährtem Blick und sicherer Auffassung weitergeführte Erforschung dieser Spermien durch die ausgedehnten und scharfsichtigen Untersuchungen von E. Ballowitz in musterhafter Weise fast so weit gebracht worden waren, als das vorhandene Material und die bisherige Technik es ermöglichten.

Wenn ich nun meine eigenen Befunde zusammenfasse, stimmen dieselben so wesentlich mit denen von v. Brunn und v. a. mit denen von Ballowitz überein, dass ich diesen Rückblick kurz machen kann.

Wie v. a. Ballowitz hervorgehoben, hat man hinsichtlich der Organisation der Spermien die Ordnungen der Vögel in zwei grosse Gruppen zu teilen, *die der Passeres und die der übrigen Ordnungen*. Diese letzteren haben, so weit es bisjetzt noch bekannt ist, einen Spermientypus, der mit dem der Saurier und im ganzen mit dem der Reptilien so übereinstimmt, dass man diesen Spermientypus mit Recht den echten *Sauropsidentypus der Spermien* nennen kann. Dagegen ist bei der Ordnung Passeres eine so eigentümliche Differenzierung eingetreten und durchgeführt, dass man auf wirkliche Schwierigkeiten stösst, wenn man dieselbe vollständig zu erklären versucht. *Zwei* Wege zu einer solchen Erklärung stehen offen. Die *eine* geht durch das Studium der *Spermiogenese*, v. a. hinsichtlich der späteren Entwicklungsstadien der Spermien; die *andere* durch Nachspürung *von Zwischenformen* der beiden Typen, oder richtiger von phylogenetischen Vorstufen zu dem Spermientypus der Passeres. Nach Ballowitz gibt es Vögel, die zur Ordnung Passeres geführt worden sind, aber noch den echten Sauropsidentypus der Spermien bewahrt haben. Solche Spermien wurden nämlich von Ballowitz bei dem zu den Passeres gerechneten *Caprimulgus* gefunden. Es scheint aber hier keine Zwischen- oder Vorstufenform, sondern ein echter Sauropsidentypus vorzuliegen. Mir gelang es leider bisjetzt nicht, das nötige Material von Caprimulgus zu erhalten.

Dagegen fand ich bei den *Corviden* eine Spermienform, welche vielleicht als eine Zwischen- oder Vorstufenform betrachtet werden kann, die jedenfalls von besonderem Interesse ist, da der für die Spermien der Passeres charakteristische Spiralstrang des Schwanzes bei den Spermien der Corviden unvermindert stark auch den ganzen Kopf umwindet, v. a. aber deshalb, weil dieser Spiralstrang normal in konstanter Weise vom reifen Spermium sich ablöst und abgeworfen wird. Es ist indessen auch möglich, dass diese eigentümliche Form der Corvidenspermien eine rückläufige Entwicklung von dem Typus der Spermien der Passeres sein kann. Jedenfalls muss man in solchen Fragen stets sehr vorsichtig sein und keine zu frühen Schlüsse ziehen. In der Tat hat Ballowitz schon in seiner Arbeit über die Vogelspermien eine bei Oriolus und Lanius vorkommende Form beschrieben, welche mit derjenigen der Corviden eine gewisse Ähnlichkeit zu haben scheint; er gibt nämlich an, dass um den Schwanz, nicht aber zugleich um den Kopf dieser Spermien sich ein Spiralstrang findet, der später abzufallen scheint; in diesen Spermien kann also eine Zwischenform zwischen derjenigen der Corviden und der übrigen Passeres vorliegen. Mir gelang es auch in dieser Beziehung nicht, mir das nötige Material (von Lanius und Oriolus) zu verschaffen. Es wäre aber gewiss von Interesse, die Eruierung dieser Frage weiter zu verfolgen, und zwar sowohl die Spermien aller zugänglichen Corviden als auch die der mit ihnen verwandten Vögel genau zu studieren.

Vielleicht gibt es auch andere Vögel, welche eigentümlich differenzierte Spermienformen besitzen, die zur Erläuterung der Organisation der Spermien der Passeres beitragen können. Es wäre deshalb wünschenswert, dass Forscher, welche in dieser Hinsicht hinreichendes Vogelmaterial zur Verfügung haben können, sich der Lösung dieser Frage widmeten. Jedenfalls wäre es auch von Interesse, eine viel umfassendere Kenntnis von den Formen der Vogelspermien im allgemeinen zu erwerben. Eine solche Kenntnis kann für die Stammesgeschichte der Vögel im ganzen, und nicht am wenigsten für die der Ordnung Passeres, von nicht zu unterschätzender Bedeutung sein.

Durch die bisherigen Untersuchungen der Vogelspermien, besonders die von Ballowitz und mir, weiss man schon, dass sich die meisten Vogelarten, und zwar v. a. unter den Passeres, durch gewisse mehr oder weniger ausgeprägte Charaktere auszeichnen. Diese Charaktere beziehen sich nicht nur auf die Länge der ganzen Spermien und ihrer einzelnen Teile, sondern auch z. T. auf den eigentlichen Bau, die Organisation dieser Teile. Ganz besonders zeigen die Köpfe, und v. a. die Spitzenstücke, solche typische Differenzen. Man bedenke nur das verschiedene Verhalten des Spitzenstückes bei Anas, Fuligula, Gallus, Tringa, Scolopax, Columba, Larus, Strix, Picus, sowie unter den Passeres bei Alauda, Phylloscopus, Passer, Sturnus, Turdus, Muscicapa, Emberiza, Chloris, Aedon,

Fringilla coelebs; es liegen hier Reihen von typischen Differenzen in der Ausbildung vor, welche für die Phylogenese wichtig sein können. Ferner liegen sehr beachtenswerte Differenzen auch hinsichtlich der Gestalt des eigentlichen Kopfes, des Schwanzes, v. a. des Spiralstrangs, und nicht am wenigsten des sackförmigen Körpers vor, welcher letztere bei einigen (Turdus, Sturnus, Muscicapa) sogar ganz zu fehlen scheint.

Und doch ist nur noch eine gar zu geringe Anzahl von Vögeln genauer untersucht worden, um aus den Befunden allgemeine Schlüsse ziehen zu können. Hier liegt also ein weites Feld für weitere Untersuchungen vor.

Der *andere* oben betonte Weg zu einer näheren Kenntnis der eigentümlichen Differenzierung der Spermien der Passeres wäre durch das eingehende Studium der Spermiogenese, v. a. der Entwicklung der Spermiden bis zum reifen Stadium, zu gehen. Ich habe nun auch bei einer Anzahl von Vögeln versucht, diesen Weg zu gehen. In einigen Beziehungen gelang es zwar, ein Verständnis der Entwicklung der die Spermien konstituierenden Teile zu gewinnen. Dies war besonders der Fall hinsichtlich der Entwicklung des eigentlichen Kopfes und des Spitzenstückes in ihren verschiedenen Formen, sowie des Schwanzes mit seinem Spiralstrang.

Aber in anderen wichtigen Beziehungen blieb das Resultat negativ, und zwar besonders in Betreff der Bedeutung des *sackförmigen Körpers* und des Fehlens eines wirklichen Verbindungsstückes; es ist zwar möglich, dass der genannte Körper einem Nebenkernorgan entspricht und demnach gewissermassen dem Verbindungsstück angehört; die Entwicklungsgeschichte des fraglichen Körpers konnte aber dies noch nicht dartun.

Auch blieb mir die Zusammensetzung des *Centralkörper*apparats im ganzen dunkel. Dass sich am vorderen Ende des Schwanzes, bei dem Ansatze desselben am Kopfe, ein solcher Apparat (das Endknöpfchen von Ballowitz) findet, lässt sich an den meisten Spermienformen nachweisen; wie aber dieser Körper zusammengesetzt ist, konnte ich trotz eifrigen Bemühens nicht sicher entscheiden. Bei den Passeres zeigte sich dieser Körper meistens als ein dünner Kuchen, aber auch bei einigen solchen Vögeln traten zuweilen zwei nebeneinander gelegene Körnchen deutlich hervor; ob nun der genannte Kuchen nur eine s. g. Verklumpungsfigur darstellt, welche in sich eine feinere Struktur resp. distinkte Körnchen enthält, oder nicht, blieb indessen unentschieden, da man nach meiner Erfahrung aus einzelnen Befunden so wichtige Schlüsse nicht ziehen darf. Bei den übrigen Vogelordnungen fand ich auch wechselnde Verhältnisse, nämlich bald ein einfaches grösseres »Endknöpfchen», bald eine Zusammensetzung desselben aus zwei nebeneinander gelegenen Körnchen, welche entweder als zwei getrennte Körper, oder als optische Durchschnitte eines querliegenden Ringes erschienen; da aber schon in frühen Stadien der Spermidenentwicklung zuweilen zwei nebeneinander gelegene Körnchen sich deutlich zeigten, ist wohl diese letztere Auffassung in Betreff des proximalen Centralkörpers als wahrscheinlicher anzusehen. In Betreff des distalen Körpers liess sich, wie auch Ballowitz erwähnt, bei manchen Spermien vom echten Sauropsidentypus nicht weit nach hinten vom vorderen Endknöpfchen ein im ganzen kleiner Körper oder Ring um den Axenfaden nachweisen. Bei den Spermien der Passeres konnte ich dagegen nie einen solchen hinteren Centralkörperring finden, ebensowenig wie das Vorkommen eines anders gestalteten Vertreters eines distalen Centralkörpers dartun. Es bleiben also auf diesem Gebiete noch mehrere schwierige Fragen zu lösen.

Was aber den fundamentalen Bau der Vogelspermien betrifft, so ist derselbe nach meiner Ansicht im ganzen klar. Dass der hier oben als eigentlicher *Kopf* bei den Spermien der Passeres bezeichnete wirklich dem Spermiumkopf entspricht, ist sowohl durch die Spermiogenese als durch die Färbungstechnik schon längst dargelegt. Er färbt sich ja, wie schon v. Brunn und dann Ballowitz zeigten, mit den spezifischen Kernfärbungsmitteln; dies kann ich auch bestätigen. Dass dasselbe bei den Spermien der übrigen Vogelordnungen hinsichtlich der als Kopf schon lange bezeichneten Partie der Fall ist, kann ich ebenfalls konstatieren. Und dass bei diesen letzteren Spermien das als Verbindungsstück bezeichnete Stück diesem Spermiumteil entspricht, und zwar auch bei den Spermien der Tauben, ist offenbar. Die in späterer Zeit von Benda aufgestellte Theorie, dass eben in dieser Partie der wahre Kopf stecke, und dass der als Kopf bezeichnete Teil das Spitzenstück sei, ist gewiss ganz aus der Luft gegriffen.

Was schliesslich den Bau des Schwanzfadens, resp. dessen Axenfadens, betrifft, so habe ich mich weniger mit dieser Frage beschäftigt und sie deshalb nur ausnahmsweise besprochen. E. Ballowitz hat sie ja schon so sorgfältig und eingehend auseinandergesetzt, dass es sich kaum lohnte, sie von neuem zu behandeln.

Schliesslich will ich, um Missverständnissen zu entgehen, hier betonen, dass, wenn ich in der obigen Beschreibung für Bestandteile der Spermien nur die Bezeichnung »färbbar» benutzt habe, ich überall die schon im Anfang der Abhandlung erwähnten, von mir vorwiegend benutzten Methoden: Osmium-Rosanilin-Kaliacetat oder auch Fixierung in Zenker-Mischung und Färbung mit Hämatoxylin nach Heidenhain gemeint habe.

11.

Die Spermien von Didelphys.

Taf. XXXVIII.

Bekanntlich entdeckte Selenka[1]) bei seinen Studien über die Entwicklung des Opossums vor mehr als 20 Jahren, dass sich die Spermien dieses Tieres je zwei miteinander an den Köpfen verbinden.

In meiner im XIII. Bande dieser Serie eingeführten Abhandlung über »die Spermien der Marsupialier» habe ich[2]) schon die betreffende Mitteilung hierüber von Selenka referiert und zugleich die Äusserung Waldeyer's[3]) über diesen Gegenstand sowie die im J. 1902 von v. Korff[4]) gemachten neuen Beobachtungen und Angaben angeführt. Ich hoffte nämlich, vor dem Ahschluss des Druckes meiner genanten Abhandlung noch im Stande zu sein, eigene Untersuchungen über die Didelphysspermien ausführen zu können. Aber erst nachdem der Druck derselben fertig war, gelang es mir, ein lebendes Tier mit voll entwickelten Spermien zur Verfügung zu bekommen. Infolgedessen teile ich nun die Ergebnisse meiner bald danach (im J. 1906) bewerkstelligten Untersuchungen, unter Hinweis auf die in der genannten Abhandlung angeführten geschichtlichen Data, mit. Hier betone ich aber noch einmal, dass Selenka den Bau der Spermien, v. a. ihres Kopfstückes, ganz unrichtig auffasste und beschrieb, indem er in demselben als »Kern» ein besonderes kleines Stück beschrieb u. s. w. v. Korff berichtigte dann in einem mit zwei Textfiguren versehenen Anhang zu seiner Abhandlung über die Spermien von Phalangista vulpina die Angaben Selenka's und gab eine Darstellung dieser Spermien, nach welcher sie im ganzen denen der anderen Beuteltiere weit näher zu stehen kamen; die Verbindung oder Kopulation (Zygose) je zweier Spermien konnte aber v. Korff vollauf bestätigen; diese Kopulation findet aber erst im Nebenhoden statt. Was nun den Bau dieser Spermien betrifft, so führe ich hier aus v. Korff's kurzer Darstellung diesmal noch folgendes an: Der Kopf hat die Gestalt einer Klammer; da, wo sich die beiden Schenkel der Klammer zu dem Körper vereinigen, liegt die Grenze zwischen Vorder- und Hinterstück; das Vorderstück besteht in der Mitte aus einer dünnen Chromatinplatte, die auf einem Querschnitt des Kopfes auf der dem Schwanz zugekehrten Fläche leicht konkav ist; die Seitenteile werden von 2 wallartig erhabenen, nach dem Schwanze zugekehrten Rändern gebildet; die Seitenränder laufen in eine Spitze zusammen, der eine ist gerade, der andere einen nach aussen konvexen Bogen bildend. Das Hinterstück des Kopfes besteht aus zwei freien Schenkeln, in welche sich die Seitenränder des Vorderstückes fortsetzen; der eine gerade ist kürzer, läuft in ein etwas verdicktes Ende aus, der andere ist länger und geht in eine sehr schmale, ein wenig auswärts gebogene Spitze über. v. Korff scheint an diesen Spermien kein Spitzenstück wahrgenommen zu haben.

Was nun meine eigenen Untersuchungen über die Spermien von Didelphys betrifft, so fand ich in dem gleich nach dem mittelst Chloroformbehandlung erlangten Tode des Tieres aus den Nebenhodenkanälen erhaltenen Sperma reife Spermien in lebhafter Bewegung, und zwar alle zu je zweien mit ihren Köpfen kopuliert. Die beiden Schwänze jedes Paares standen weit auseinander, in verschiedene Richtungen divergierend und schlugen gewöhnlich nicht gleichzeitig, sondern alternierend, wobei die Köpfe nicht gerade nach vorn, sondern schwingend hervorgetrieben wurden.

---

[1]) Emil Selenka, *Studien über Entwickelungsgeschichte der Thiere*, 4. H., Das Opossum (Didelphys virginiana), 1886.
[2]) Gustaf Retzius, *Die Spermien der Marsupialier*. Biolog. Unters., N. F., Band XIII, 8, 1906.
[3]) W. Waldeyer, *Die Geschlechtszellen*, O. Hertwig's Handbuch d. vergl. u. exp. Entwickelungsgesch. der Wirbeltiere, Band I, 1, 1901.
[4]) K. v. Korff, *Zur Histogenese der Spermien von Phalangista vulpina*. Archiv f. mikrosk. Anat. u. Entwicklungsgesch., Band 60, 1902.

Ich machte nun eine grössere Anzahl von Präparaten, und zwar sowohl von dem Inhalt des Nebenhodens, als von dem der Testiskanälchen. Ich benutzte hierbei teils die Behandlung mit Überosmiumsäure-Rosanilin-Kaliacetat, teils die Härtung in Zenker'scher und in Carnoy'scher Mischung mit nachfolgender Hämatoxylinfärbung nach Heidenhain.

Wie bei den anderen Marsupialiern, bestehen auch bei Didelphys die Spermien aus einem kurzen, scheibenförmigen, aber unregelmässig gestalteten *Kopf*, einem ziemlich dicken *Verbindungsstück* etwa anderthalb mal so lang als der Kopf, sowie aus einem langen *Hauptstücke*, an dessen hinterem Ende indessen auch ein kurzes *Endstück* sichtbar ist.

Der *Kopf* der reifen Spermien von Didelphys ist aber noch eigentümlicher gebaut als bei den anderen bisher beschriebenen Beuteltieren. Infolge der von Selenka entdeckten Konjugation je zweier Spermienköpfe, welche von v. Korff bestätigt wurde, ist die Gestalt des Kopfes in der Weise unregelmässig eingerichtet, dass seine beiden Seitenhälften unsymmetrisch geworden sind. Es ist in der Tat nicht leicht, eine zutreffende Beschreibung der Gestalt dieses Spermienkopfes zu geben. Mit Hilfe der Figuren der Taf. XXXVIII will ich nun eine solche Beschreibung abzugeben versuchen.

Man unterscheidet eine vordere zusammenhängende breitere Scheibe und zwei von dieser hinterwärts auslaufende schmälere Fortsätze. Die vordere, breitere Scheibe ist vorn abgerundet und an der oberen Fläche von einer Seite zur anderen ziemlich stark konvex, an der hinteren etwas schwächer konkav, indem die abgerundeten Seitenkanten nach hinten gebogen sind. Die beiden Seitenkanten sind aber an den Köpfen etwas ungleich gestaltet; die eine Kante ist zwar stets mehr, die andere weniger von vorn nach hinten gebogen. Dieser Unterschied ist aber an den einzelnen Spermien in wechselnder Weise vorhanden, indem bei etwa einer Hälfte der Spermienzahl die rechte, bei der anderen Hälfte die linke Seitenkante mehr gerade, resp. mehr gebogen ist, was offenbar mit der Kopulation je zweier Spermienköpfe zusammenhängt.

Ein wenig vor der Mitte des Längsdurchmessers des Kopfes findet sich an dieser vorderen, konvex-konkaven Scheibenpartie eine konkave hintere Einbuchtung, und vor der konkaven Kante derselben ist die untere Fläche der Scheibe ziemlich stark ausgehöhlt. An dieser Stelle, ein wenig vor der erwähnten hinteren konkaven Kante, findet sich die Anheftungsstelle des Schwanzes, und zwar an einer kleinen, bei der Osmium-Rosanilinbehandlung rot, nach der Sublimat-Hämatoxylinalaun schwarz färbbaren Kugel, welche offenbar einem Centralkörper entspricht. Nach der Ablösung des Schwanzes nebst dieser Kugel bleibt gewöhnlich ein kleiner heller Fleck an der Scheibe zurück, welcher wohl als ein Grübchen aufzufassen ist, in welchem die genannte Kugel angeheftet gewesen ist. Die Fig. 9 gibt an beiden Köpfen je zwei helle Flecke wieder, von denen jederseits der äussere, etwas kleinere dem erwähnten Grübchen entspricht. Die dicht neben diesen Grübchen gelegenen hellen Flecke an der Figur sind dagegen konvexe, kugelige Gebilde, welche nach der Osmium-Rosanilinfärbung stark rotgefärbt sind, wie die Fig. 1, 3, 4, 6, 11 zeigen. Nach der Sublimat-Hämatoxylinbehandlung bleiben diese Kugeln bald weiss, hellglänzend, wie in der Fig. 9, bald werden sie schwarzgefärbt, wie in Fig. 7.

Wie oben erwähnt, setzt sich die nun beschriebene Kopfscheibe direkt in zwei Ausläufer fort, welche verschiedener Gestalt sind. Der eine ist dicker und etwas kürzer, der andere schmäler und hinten spitz auslaufend. An der einen Hälfte der Spermienköpfe ist der rechte Ausläufer der dickere, der linke der schmälere, an der anderen Hälfte umgekehrt. Die Köpfe kopulieren sich nämlich mittelst der dickeren Ausläufer, indem sich diese aneinander legen und miteinander befestigen (Fig. 1, 3, 6, 7, 8, 9). Die Ausläufer sind an ihrer oberen Fläche konvex gewölbt. Sie spreizen etwas auseinander, wobei besonders der schmälere nach auswärts gebogen ist (Fig. 2, 7, 9). Aber auch der dickere ist nicht ganz gerade, was gerade in der Schieflage deutlich wird (Fig. 1, 3, 6, 8). Die dickeren Ausläufer haben einen starken Glanz und nehmen die Farbstoffe, v. a. auch das Hämatoxylin, kräftiger auf, als die vordere Kopfpartie. Wenn die Köpfe kopuliert sind, bilden sie untereinander mit ihren oberen Flächen einen Winkel; sie haften nämlich nicht nur mit ihren Rändern, sondern auch mit einer kleinen Partie der Oberfläche zusammen, und zwar besonders vorn und hinten; in der Mittelpartie sind sie voneinander durch eine längliche elliptische Spalte getrennt, welche von einer hellen Substanz ausgefüllt ist (Fig. 6, 8, 9). Diese helle Substanz erkennt man aber auch an den einzelnen Spermien (Fig. 10) als eine längliche, hügelartige Erhebung der oberen Fläche des dickeren Ausläufers. Von hinten betrachtet, zeigen die kopulierten Spermien, dass die dickeren Ausläufer an ihrem hinteren Ende abgeplattet sind und dicht zusammenliegen (Fig. 12); wenn man aber den Tubus senkt, sieht man, dass sie sich voneinander allmählich trennen, indem dann die erwähnte helle Zwischensubstanz sichtbar wird.

Ich bemühte mich ganz besonders, ein eigentliches *Spitzenstück* zu entdecken, konnte aber, wie es auch v. Korff gegangen zu sein scheint, keine derartige Bildung finden. Es ist dies eigentümlich, da das Spitzenstück bei den anderen Marsupialier-Spermien gerade stark ausgeprägt ist.

An der unteren Fläche der Köpfe der Didelphys-Spermien findet sich, wie oben angegeben wurde, ein Grübchen, in welchem der *Schwanz* vermittelst seines vorderen, den kugeligen Centralkörper tragenden Endes befestigt ist. Am Schwanze unterscheidet man ein ausgeprägtes, äusserst schmales *Halsstück,* ein dickes *Verbindungsstück*, ein vorn dickes, nach hinten hin sich stark verschmälerndes *Hauptstück* und ein kurzes, schmales *Endstück.*

Am *Halsstück* (Fig. 1—11, 14—17) sieht man, dass die vordere Hälfte schmal fadenförmig ist, und die hintere Hälfte (Fig. 1—6, 8, 10, 11) sich konisch verbreitert, um mit dem breiten Fusse direkt in das Verbindungsstück überzugehen. In etwas jüngeren Stadien bemerkt man, dass durch die Axe des Halsstückes ein Faden zieht, welcher mit dem Axenfaden des Verbindungsstücks direkt zusammenhängt und eine Fortsetzung desselben ist (Fig. 7, 17); dieser Axenfaden, welcher hauptsächlich die vordere Hälfte des Halsstückes bildet und nur eine dünne Hülle besitzt, geht schwach gebogen nach vorn bis zum proximalen Centralkörper und hängt mit ihm innig zusammen. Es ist dies von Interesse, weil man noch nicht darüber einig ist, ob das Halsstück vom Axenfaden des Schwanzes durchdrungen wird. Am Übergang der vorderen Hälfte des Halsstücks in die hintere Hälfte sieht man gewöhnlich einen kleinen dunklen Halbring (Fig. 1—5), welcher wohl auch zum Centralkörperapparat gehört und dann als die vordere Abteilung des distalen Körpers zu betrachten ist. In der übrigen hinteren, konischen Abteilung des Centralkörpers sieht man sonst keine eigentliche Struktur, indem die den Axenfaden umgebende Hülle eine beinahe homogene oder nur undeutlich körnige Beschaffenheit darbietet.

Das *Verbindungsstück* fängt vorn mit distinkter querer Abgrenzung an. Es ist ungefähr doppelt so lang als das Halsstück und von ungefähr derselben Länge wie der Kopf. Wie oben erwähnt, ist es verhältnismässig dick und zeigt an seiner ganzen Oberfläche eine aus kugeligen Körnern zusammengesetzte Hülle; diese Körner sind im ganzen von gleicher Grösse, die längst nach vorn hin gelegenen sind jedoch etwas kleiner; sie liegen in geraden Reihen, mit zehn Körnern in jeder Längsreihe; von der Seite betrachtet, zeigt das Verbindungsstück drei solche Längsreihen. Nach dieser Berechnung dürfte die Anzahl der Körner sich auf etwa 40 belaufen. Die Körner sind vermittelst einer ziemlich geringen, sie verbindenden Substanz zusammengehalten, welche sie aber an der Oberfläche nicht bedeckt, so dass die Zusammensetzung aus Körnern stets ausserordentlich deutlich ist. Die Körner liegen auch am reifen Spermium nicht in spiraliger Anordnung, sondern regelmässig der Quere nach, und sie verwandeln sich jedenfalls nicht zu einer Spiralfaser. Die Fig. 1 stellt also ein vollständig reifes kopuliertes Spermium dar, von dem aber der eine Schwanz nur in seiner vorderen Partie wiedergegeben ist.

In der Axe des Verbindungsstücks findet sich der Axenfaden, welcher aber durch die Körner so verdeckt wird, dass man ihn gewöhnlich erst nach der Ablösung der Körner sieht (Fig. 17). Man findet ihn dann nach hinten hin etwas dicker werden. In nicht ganz reifen Stadien (Fig. 7) kann man ihn aber auch durch die dann oft noch helleren Körner zu Gesicht bekommen. In noch jüngeren Stadien findet man die Körner von einer Protoplasmamasse eingehüllt (Fig. 16), welche sich nach vorn hin verbreitert und den ganzen Kopf umfasst, und in noch jüngeren liegen die Körner, die dann grösser sind, in unregelmässiger Lage (Fig. 15) um den Axenfaden herum und von einer noch stärkeren Protoplasmamasse umgeben.

Am hinteren Ende des Verbindungsstückes bemerkt man noch am reifen Spermium einen sich dunkel färbenden Ring, welcher in jüngeren, noch nicht ganz reifen Stadien sehr deutlich hervortritt (Fig. 7, 15, 16, 17) und offenbar dem *distalen Centralkörper* entspricht.

In Präparaten, welche mit Zenker-Heidenhain behandelt sind (Fig. 14), tritt im stark zusammengeschrumpften Verbindungsstück der körnige Bau nicht so deutlich hervor. Man bekommt jedoch eine Dunkelfärbung von Körnern, die viel kleiner und voneinander viel mehr getrennt liegen; es scheint, als ob nur ein innerer Kern der Körner gefärbt sei; die mittlere der drei Reihen trat hierbei nicht hervor.

Das *Hauptstück* des Schwanzes (Fig. 1) ist im ganzen als lang zu bezeichnen. Es fängt, wie oben schon erwähnt wurde, am hinteren Ende des Verbindungsstückes nur wenig schmäler als dieses, und also recht breit, an, verschmälert sich aber allmählich immer mehr gegen das Hinterende zu, wo es mit bestimmtem Absatz in das kurze, feine, helle *Endstück* übergeht (Fig. 1 und 13). In dem Hauptstück konnte ich keine andere Struktur nachweisen als einen relativ schmalen Axenfaden in der Mitte (Fig. 5 und 14), welcher von einer in den vorderen Teilen dicken Hülle umgeben ist. v. Korff hat in seiner Fig. 4 (S. 22) am Anfang des Hauptstückes, am Rande der Hülle desselben, mehr oder weniger deutlich alternierende längliche Körnchen angegeben. Da ich bei anderen Marsupialiern

in der Hülle des Hauptstücks schöne Spiralfasern resp. Körnerreihen gesehen habe (Biolog. Unters., XIII. Band, Taf. XXX, XXXI), so ist es sehr wahrscheinlich, dass dieser Bau auch bei Didelphys vorkommt, obwohl derselbe bei meinem Material sich nicht darlegen liess.

Nach dieser Beschreibung der Spermien von Didelphys könnte es vielleicht von Interesse sein, einen Vergleich derselben mit denen der anderen bisher untersuchten Marsupialier-Spermien zu machen. Ich werde aber hier nur einige der wichtigsten Punkte hervorheben, und verweise im übrigen auf die eben angeführten Abbildungen, weil eine Betrachtung derselben die Differenzen besser hervorhebt, als eine wörtliche Darstellung.

Das für die Spermien von Didelphys am meisten bezeichnende Verhältnis ist das von Selenka entdeckte Kopulieren je zweier Spermien, wodurch eben die Asymmetrie der Kopfgestaltung entsteht. Die von Selenka sonst hinsichtlich des Baues der Köpfe und des Verbindungsstückes irrig aufgefassten Verhältnisse sind dann schon von v. Korff hauptsächlich berichtigt worden. Die Form der Köpfe weicht, abgesehen von ihrer Asymmetrie, in mehreren Beziehungen von derjenigen der anderen Marsupialier-Spermien ab, und das Fehlen eines Spitzenstückes ist für Didelphys charakteristisch. Das Verhalten des proximalen Centralkörpers ist auch verschieden. Das Verbindungsstück bietet bei allen denselben prinzipiellen Bau dar, indem bei allen die Hülle auch im reifen Stadium aus distinkten Körnern besteht, welche sich nicht zu einer spiraligen Faser zusammenfügen, noch weniger zusammenfliessen. Es ist diese Tatsache ein für die Spermien der Marsupialier sehr bemerkenswertes Charakteristicum, welches für die Spermiologie im ganzen von besonderem Interesse ist. Bei Didelphys aber scheint indessen die Anzahl der Körner im Verbindungsstück geringer als bei den anderen bisher bekannten Marsupialier-Spermien zu sein; bei Didelphys, wo das Stück am kürzesten ist, zählt man in den Längsreihen nur etwa 10 Körner in jeder Reihe, bei der Bettongia 15, bei Macropus, Petrogale, Onychogale, Phalangista etwa 23—25 Körner. Der distale Centralkörper ist bei allen ähnlich gestaltet, ringförmig und in unreifen Stadien schön nachweisbar. Das Hauptstück des Schwanzes ist bei allen ziemlich lang, am längsten bei Didelphys. Ein Endstück konnte nur bei diesem wahrgenommen werden.

12.

Die Spermien von Bradypus.

Taf. XXXIX, Fig. 18—31.

Wie ich schon im vorigen Bande dieser Publikation, bei meiner Beschreibung der Spermien von *Dasypus* [1]) hervorhob, waren mir bis dahin keine Darstellungen der Spermien der Edentaten bekannt, und auch in Waldeyer's grosser übersichtlicher Arbeit über die Geschlechtszellen in Oscar Heetwig's Handbuch 1. Bd., 1901 fand sich keine Notiz darüber. Seitdem hat E. Ballowitz auch die Spermien von Dasypus behandelt [2]).

Im J. 1907 gelang es dann auch Ballowitz [3]), ein in Eis verpacktes männliches Exemplar von *Manis longicaudata* aus Westafrika zu bekommen und bei diesem Tier reife Spermien in grosser Menge anzutreffen. Er fand bei ihnen eine von denen des Dasypus sehr abweichende Gestalt, mit langem, schmalem, cylindrischem, vielleicht etwas abgeplattetem Kopf von wechselnder Grösse (und Form), in dem ein Gerüstwerk mit Querstreifen und hellen Lücken zu sehen war; ferner mit einem Halsstück und einem im ganzen, obwohl verschieden, langen Verbindungsstück, in dessen Hülle eine Spiralfaser sichtbar war, und mit einem ziemlich langen, feinen Hauptstück, an welchem kein eigentliches Endstück nachzuweisen war.

Andere Edentaten sind aber meines Wissens hinsichtlich der Spermien nicht näher untersucht worden. Dies kommt wohl besonders daher, dass das nötige Material hier in Europa so schwer zu erhalten ist. Ich habe ja selbst in dieser Richtung manche Versuche vergebens gemacht.

Nun ist aber die Ordnung der Edentaten nicht reich an lebenden Repräsentanten, obwohl ihre Familien teilweise so stark untereinander differieren, dass man sie, und wohl mit Recht, auf zwei getrennte Ordnungen verteilt hat, die der Edentata Nomathra und die der Edentata Xanarthra. Zu der ersten Ordnung rechnet man bekanntlich die beiden unter sich sehr getrennten Familien *Orycteropidae* und *Manidae;* zu der zweiten die Familien *Bradypodidae, Myrmecophagidae* und *Dasypodidae.*

Es wäre in der Tat von besonderem Interesse, die Spermienformen von Vertretern aller dieser Familien kennen zu lernen. Meine mehrjährigen Versuche, von diesen Tieren, und zwar v. a. von Orycteropus, Manis und Bradypus, lebende, erwachsene, zuchtfähige Männchen zu erhalten, sind alle gescheitert. Dagegen gelang es mir vor ein paar Jahren durch die gütige Beihülfe des Direktors des Zoolog. Gartens in Hamburg, Dr H. Bolau, ein eben gestorbenes Männchen von *Bradypus cuculliger* zu erhalten, bei welchem Spermien, obwohl nur ziemlich spärlich, angetroffen wurden; es ist nun leider sehr gewöhnlich der Fall, dass bei Tieren, welche längere Zeit in Zoologischen Gärten und in Menagerien gelebt haben und in solchen gestorben sind, die Spermasekretion ganz oder grösstenteils gehemmt wird. Bei diesem Bradypus bekam ich jedoch eine hinreichende Menge von Spermien, um die Form derselben im wesentlichen feststellen zu können. In den Fig. 18—31 der Taf. XXXIX sind nun einige solche Spermien, und zwar sowohl normale als auch einige anormale (Doppelschwanzspermien, Riesenspermien etc.), wiedergegeben.

Die Fig. 18 stellt ein normales solches Spermium dar. Beim Vergleich mit den Spermien von Dasypus erkennt man sogleich, dass nicht unbedeutende Differenzen zwischen ihnen vorhanden sind. Beide haben wohl im ganzen den bei den meisten Säugetieren gewöhnlichen Typus. Die Spermien von Dasypus zeichnen sich aber durch eine kolossale Grösse des Kopfes aus, während die des Bradypus einen eher kleinen Kopf haben.

---

[1]) Gustaf Retzius, *Die Spermien der Edentaten.* Biolog. Unters. N. F., Band XIII, 1906.

[2]) E. Ballowitz, *Über Zyzygie der Spermien bei den Gürteltieren, ein Beitrag zur Kenntnis der Edentaten-Spermien.* Anatom. Anzeiger. 29. Band, Nr 13 u. 14, 1906.

[3]) E. Ballowitz, *Die Form und Struktur der Schuppentierspermien.* Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, 86. Band, 1907.

Die Spermien von Bradypus sind im ganzen klein. Der *Kopf* ist abgeplattet und, von der Fläche betrachtet (Fig. 18), ziemlich breit oval, hinten mehr oder weniger quer abgestutzt. Von der Kante gesehen (Fig. 19, 20), zeigt er eine konische Form, indem er nach vorn hin zugespitzt, nach hinten verdickt ist; seine hintere Partie hat gewöhnlich eine dunklere Farbe, welche nicht nur von der Verdickung, sondern auch von einer schalenartigen Hülle herrührt (Fig. 20, 21, 22, 24, 25, 27). Die vordere Partie erscheint heller, aber am vorderen Rand findet sich oft eine dunkle, körnige Kopfkappe (Fig. 4) mit einem hellen Band nach hinten von ihr; von der Kante gesehen, zeigt sie sich als ein breiter Knopf (Fig. 22, 19), welcher zuweilen auch einseitig liegen kann (Fig. 20); wenn nun diese Kopfkappe (resp. Spitzenstück) fehlt, wie in den Fig. 18, 21, 25, ist es wahrscheinlich, dass sie abgelöst und weggefallen ist; es vergingen nämlich einige Tage, bevor das in Hamburg gestorbene Tier in meine Hände kam, und es war dann nicht ganz frisch.

Am hinteren Ende des Kopfes findet sich, gewöhnlich nicht in der Mitte, sondern mehr oder weniger nach der einen Kante des Kopfes hin, der *proximale Centralkörper*, in der Gestalt von zwei oder vielleicht drei Körnchen, sowie ein kurzes helles Halsstück, und dann auch das *Verbindungsstück* des Schwanzes, welches stets kürzer als der Kopf und also im ganzen als kurz zu bezeichnen ist. Bei den reifen Spermien (Fig. 20, 24) ist es auch schmal und zeigt nur undeutlich eine körnige Zusammensetzung in seiner Hülle. In unreifen Stadien findet sich aber eine aus kugeligen Körnern bestehende Hülle (Fig. 18, 21, 23); man kann die Anzahl dieser Körner zu 6 der Länge nach, also sechs Querreihen von solchen, zählen, und in der Längsaxe der körnigen Hülle einen Axenfaden sehen; wenn die Körner abgelöst werden, sieht man diesen schmalen Axenfaden nackt (Fig. 22). Am hinteren Ende des Verbindungsstücks erkennt man in noch nicht reifen Stadien einen deutlichen Ring, den *distalen Centralkörper* (Fig. 22, 23), welcher sich in den reifen Stadien stark vermindert (Fig. 25) und zuletzt nicht mehr sichtbar wird.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist vorn relativ ziemlich dick, verschmälert sich aber immer mehr und endet hinten fein zugespitzt, ohne sichtbar abgesetztes Endstück. Die ganze Länge des Hauptstücks ist 5—6 Mal so lang diejenige des Verbindungsstücks.

Wie aus den citierten Abbildungen hervorgeht, ist die Gestalt des Kopfes etwas wechselnder, als sonst bei normalen Spermien anderer Tiere gewöhnlich ist. Man könnte sich denken, dies rühre davon her, dass das Tier schon lange in Gefangenschaft gelebt hat, und dass die Spermien infolgedessen nicht ganz normal beschaffen sind. Da es aber so schwer zu sein scheint, von Bradypus im ganz erwachsenen Zustande hier in Europa zuchtfähige Exemplare von Männchen zu erhalten, so meinte ich, es wäre doch von Interesse, eine Darstellung der bei diesem Tiere gefundenen Spermien zu beschreiben und abzubilden, weil man dadurch den wesentlichen Typus dieser Spermien kennen lernt.

Daneben fanden sich, wie oben erwähnt, in den Präparaten nicht wenige Spermien, welche als wirklich anormale betrachtet werden müssen. Erstens waren *Doppelschwänze* (Fig. 31, 29) vertreten, ferner auch Spermien mit Zwergköpfen (Fig. 27) und Riesenköpfen (Fig. 26, 28), sowie Übergangsformeu zwischen diesen und den normaleren.

Wenn man nun die Mitteilung Ballowitz's über die von ihm untersuchten Spermien von *Manis* studiert, so findet man, dass er ebenfalls bei diesem Tier eine bedeutende Variation der Form der Spermien antraf; er hat eine Anzahl solcher Formwechselungen abgebildet, und man erstaunt wirklich über das Vorkommen solcher Variationen bei einem Tier, welches nicht in langer Gefangenschaft gehalten war, sondern in der Natur selbst gelebt hatte. Unter solchen Verhältnissen ist es sehr wahrscheinlich, dass die von mir bei Bradypus gefundenen Variationen wesentlich auch als im natürlichen Zustande vorkommende zu betrachen sind.

Wenn man nun die Spermien von Bradypus mit denen von Dasypus und Manis vergleicht, so findet man, dass diejenigen von Bradypus denen von Dasypus der Form nach näher stehen als denen von Manis, welche letzteren, wie Ballowitz betont, gewissermasen eine sauropside Gestalt haben und denen von Echidna ähnlicher sind. Die Spermien von Dasypus zeichnen sich aber, wie oben hervorgehoben wurde, durch ihre kolossale Grösse aus.

Es wäre nun noch sehr interessant, die Spermien von *Orycteropus* und *Myrmecophaga* kennen zu lernen.

13.

Die Spermien der Insektivoren.

Tafel XXXIX. Fig. 1—17.

Von Insektivoren-Spermien scheinen bisjetzt nur die von *Talpa* und *Erinaceus* näher untersucht zu sein, und zwar diejenigen von Erinaceus durch C. M. Fürst (1887) und beide von E. Ballowitz (1891).

Ich habe vielfach versucht, das nötige Material von verschiedenen Insektivoren zu bekommen. Es scheint wohl, als ob es nahe liege, z. B. von Sorexarten erwachsene Männchen während der Paarungszeit zu bekommen. Und doch scheiterten alle meine Versuche; junge Tiere brachte man mir, aber keine mit Spermien versehenen erwachsenen. Schliesslich musste auch ich mich mit *Talpa* und *Erinaceus* begnügen. Ich fange also mit Talpa an.

Talpa europaea L.

(Taf. XXXIX, Fig. 1—12.)

Von den Spermien des Maulwurfs hat E. Ballowitz[1]) in seiner Abhandlung über den Bau der Säugetierspermien eine Anzahl von Abbildungen gegeben, nämlich teils von einer ganzen Spermie, teils von einzelnen Teilen (Köpfen und Schwänzen). Da er aber in dem Texte die fragliche Spermienform nicht besonders beschrieben hat, indem er den feineren Bau der Spermien verschiedener Tiere (Pferd, Stier, Schwein, Schafbock, Otter, Fledermaus etc.) zusammen bespricht und nur ausnahmsweise die Verhältnisse beim Maulwurf anführt, ist es nicht möglich, ein zusammenhängendes Referat hierüber abzugeben; ich muss mich deshalb hauptsächlich mit der Besprechung der betreffenden Figuren begnügen. Die Figur der ganzen Spermie zeigt einen länglich ovalen Kopf, welcher sich besonders nach hinten hin verschmälert; dazu gibt er eine Anzahl von freien Köpfen, teils mit einer grossen Kopfkappe, teils ohne diese. Hinter dem Kopfe erkennt man ein deutliches Halsstück und ein langes Verbindungsstück (mehr als zweimal so lang als der Kopf); in diesen Stücken findet sich ein aus zwei Fäden bestehender Axenfaden und am Vorderende eines jeden dieser Fäden, welche nach vorn hin sich voneinander winkelig trennen, ein rundes Endknöpfchen, das am Hinterende des Kopfes befestigt ist. Das sehr dünne Hauptstück ist etwa $2^1/_2$ mal so lang als das Verbindungsstück.

Die Fig. 1 meiner Taf. XXXIX stellt ein vollständiges, reifes Spermium von Talpa dar. Der Kopf mit undeutlich körniger Kopfkappe ist länglich oval, von etwas schiefer Gestalt, stark abgeplattet; ohne Kappe ist es viel kürzer, nur etwa $^2/_3$ so lang, rundlich (Fig. 3) oder kurz oval, aber auch etwas schief, indem die eine Seite etwas mehr ausgebuchtet ist (Fig. 4). In der Fig. 1 sieht man die obere Grenze des eigentlichen Kopfes durch die Kappe hindurch ganz gut; die hintere Grenze der Kappe läuft in schwachem Bogen quer über den eigentlichen Kopf ungefähr an seiner Mitte; dahinter sieht man ein helles, bikonvexes, schmales Feld und am Hinterende des Kopfes schliesslich ein dunkleres Feld, welches, wie es bei Säugetierspermien gewöhnlich vorkommt, eine hintere schalenartige Partie bildet. Die Fig. 2 stellt den eigentlichen Kopf ohne Kappe, von der Kante betrachtet, dar; die hintere dickere Partie des übrigens sehr schmal konischen Kopfes entspricht ungefähr der eben besprochenen schalenförmigen Partie der Flächenansicht in der Fig. 1.

[1]) E. Ballowitz, *Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugethierspermatozoen.* Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, LII. Band, 1891.

Am hinteren schmalen, quer abgestutzten Ende des Kopfes bemerkt man, obwohl beim ansitzenden Kopf (Fig. 1, 2) nur undeutlich, die proximale Partie des Centralkörperapparats; wenn aber der Kopf abgelöst ist (Fig. 7), findet man am vorderen verbreiterten Ende des Schwanzes nicht weniger als drei Centralkörperkörnchen, nämlich eines an jeder Ecke, und eines zwischen ihnen, dem einen derselben etwas näher gelegen. Der zusammen mit diesen Körnchen ein wenig nach der einen Seite des kurzen queren Kopfendes befestigte *Schwanz* verschmälert sich also zuerst ein wenig und bildet ein kurzes *Halsstück*, welches bald ziemlich undeutlich (Fig. 1), bald ganz scharf (Fig. 7) hervortritt und die vorderen Enden des Axenfadens des Schwanzes in sich enthält, um bald in das eigentliche *Verbindungsstück* überzugehen. Dieses letztere Stück, welches etwa $3^3/_4$ mal so lang als der eigentliche Kopf ist, stellt im reifen Stadium einen also im ganzen langen, ziemlich schmalen, cylindrischen Strang dar, in dessen Hülle eine körnige Beschaffenheit gewöhnlich nur undeutlich hervortritt (Fig. 1). Hin und wieder trifft man jedoch Verbindungsstücke an, in welchen die Körner etwas mehr markiert sind, und wo eine alternierende (spiralige) Anordnung angedeutet ist (Fig. 7). Wenn diese Hülle abgestreift ist, findet man im Innern des Stückes einen ziemlich kräftigen Axenfaden, welcher in bald zwei, bald sogar drei Fäden zerfällt (Fig. 2).

Wenn man das Verbindungsstück in noch nicht reifen Stadien untersucht, so findet man den Axenfaden von einer Schicht von kugeligen Körnern umgeben (Fig. 4), welche den zuerst von v. Brunn bei der Maus beschriebenen Gebilden entsprechen, weshalb ich sie auch zu Ehren des um die Erforschung des Spermienbaues sehr verdienten Forschers als die *v. Brunn'schen Körner* bezeichne. In der Fig. 4 sieht man dieselben in ihrer regelmässigen, normalen Anordnung um den Axenfaden, welcher hinten, beim Übergang zum Hauptstück, frei hervortritt, indem sich die Körnersäule etwas nach vorn hin zusammengezogen hat. Bei einem Tier, bei dem die anfangende Fäulnis in den Hoden schon eingetreten war, traf ich nun auch eine Anzahl unreife Spermien an, welche hinsichtlich dieser Körnerhülle nicht ohne Interesse sind; in den Fig. 3 und 8 sind ein paar solche Spermien wiedergegeben; man findet hier, dass sich die ganze Körnerhülle vom Axenfaden abgestreift und nach dem Kopfe zu zusammengezogen hat, wonach sie den Faden als ein zusammenhängender wurmförmiger Strang spiralig umgibt; es ist besonders interessant zu erfahren, dass die Körner unter sich schon so innig durch eine als Kitt dienende Substanz zusammengehalten sind, dass ihre ganze Masse ihre Strangform noch behält.

In noch früheren Stadien sind, wie bei anderen Säugetieren, die Körner von einem Protoplasmaklumpen umgeben, in dem auch andere hellere Körner wahrzunehmen sind (Fig. 11); die echten v. Brunn'schen Körner liegen aber schon in diesem Stadium um den Axenfaden angeordnet, obwohl der ganze Protoplasmaklumpen, und damit auch die v. Brunn'schen Körner, noch nicht weiter nach hinten hinabgestiegen ist als bis etwas mehr als die Hälfte der Länge des Verbindungsstückes, wodurch der hintere Teil des Axenfadens frei liegt; in etwas späteren Stadien haben sich ja auch der ganze Protoplasmaklumpen und die Säulen der v. Brunn'schen Körner weiter nach hinten hin, fast bis zum Ende des Verbindungsstückes, gesenkt. In diesen jüngeren Stadien trifft man nicht selten Spermien an, bei denen sich der Axenfaden, wie oben schon erwähnt, gespalten hat, und zwar bald in zwei, bald, und noch öfter, in drei Fäden, von denen der eine fast stets feiner als die anderen beiden ist (Fig. 10).

Was nun den *distalen Centralkörper* betrifft, so spürt man ihn an den reifen Spermien oft, mehr oder weniger deutlich, am hinteren Ende des Verbindungsstücks als einen kleinen dunklen Ring (Fig. 1); oft aber bemerkt man ihn in diesem Stadium nicht mehr. In jüngeren, unreifen Stadien tritt er aber meistens deutlich hervor, und zwar bald als en kräftiger (Fig. 3), bald als ein kleinerer Ring (Fig. 8, 9, 11). In noch jüngeren, wo er noch nicht zu seinem bleibenden Platz hinabgestiegen ist, trifft man ihn auf dem Wege dahin (Fig. 11) oder noch weit nach vorn, hinter dem Kopfe, an (Fig. 5, 6). In diesen frühen Stadien findet sich ausserdem ein wenig nach hinten vom Kopfe, ungefähr beim Übergang des Halsstücks zum Verbindungsstück, an der Seite des Axenfadens ein ziemlich grosses, glänzendes, stark färbbares Korn (Fig. 4, 5, 6, 8, 10, 11), welches in derselben Lage bei den meisten, wenn nicht allen, Säugetierspermien in solchen Stadien nachweisbar ist; und nicht selten bemerkt man auch gegenüber diesem Korn noch ein zweites kleineres (Fig. 4, 5), welches oft so klein ist, dass es sich kaum nachweisen lässt. Diese Körner gehören offenbar zu der vorderen Abteilung des distalen Centralkörpers. Wenn der distale Ring noch an seinem ursprünglichen Platz dicht hinter dem Kopfe liegt, finden sich die genannten Körner, nach vorn von ihm, ungefähr mitten zwischen ihm und dem proximalen Centralkörper (Fig. 5).

Im Zusammenhang hiermit soll auch erwähnt werden, dass der in Fig. 5 vorhandene grosse Körper am vorderen Ende des von der Kante gesehenen Kopfes die in diesem frühen Stadium noch sehr grosse und dicke, helle Kopfkappe

darstellt. In späteren Stadien behält sie zwar ihren Umfang (Fig. 9, 11), plattet sich aber allmählich immer mehr ab, bis sie im reifen Stadium stark abgeplattet und dünn ist.

Vom hinteren Ende des Verbindungsstücks setzt sich das *Hauptstück*, etwas verschmälert, fort, um sich dann nach hinten hin immer mehr zu verschmälern, bis es in ein sehr kurzes, feines, helles, gut abgesetztes *Endstück* übergeht (Fig. 1). Das Hauptstück ist mehr als dreimal (etwa $3^1/_4$ mal) so lang als das Verbindungsstück, (das Halsstück einbegriffen). In seiner den Axenfaden umgebenden Hülle konnte ich in meinen Präparaten keine Struktur nachweisen.

Erinaceus europaeus L.

(Taf. XXXIX, Fig. 13—17.)

Von den Spermien des Igels hat Carl M. Fürst [1]) eine mit Abbildungen versehene, eingehende Beschreibung schon im J. 1887 gegeben. Der Kopf zeigt sich nach ihm im frischen Zustand etwas zugespitzt, mit einem bauchig konvexen und einem mehr geraden Rand sowie mit einer gegen den letzteren vertikalen Basis. Die obere Partie des im ganzen abgeplatteten Kopfes ist durchsichtiger als die untere. Eine Querlinie ist ungefähr an seiner Mitte sichtbar. Der Schwanz ist nahe an der rechtwinkligen Ecke der Kopfbasis, also excentrisch, befestigt. Mit Osmium-Goldchlorid gehärtet, färbt sich der eigentliche Kopf braunviolett, die Mütze bleibt ungefärbt; der Kopf löst sich vom Schwanze leicht ab und zeigt dann an der Dorsalseite konstant einen Schwanzrest. Mit Beale's Karmin färbt sich die unter der Mützengrenze befindliche Partie des Kopfes. Mit Osmium-Fuchsin färbt sich der Schwanz, incl. das Verbindungsstück; an ihnen, besonders dem letzteren, löst sich zuweilen eine Hülle ab, so dass nur ein feinerer Faden zurückbleibt. Weder an präparierten noch an frischen Spermien konnte Fürst eine Spiralfaser oder einen Saum finden. Beim Wasserzusatz zu frischen Spermien schlägt sich der Schwanz nach der ventralen Seite um. Der Verf. gibt dann auch eine kurze Darstellung der Entwicklungsphasen der Spermiden, mit dem Verhalten des Zellkerns und der Mütze, sowie des Protoplasmasäckchens und des Schwanzfadens.

Auf meiner Tafel XXXIX stellt die Fig. 13 ein reifes Spermium des Igels dar. Man sieht an ihm, dass der *Kopf* mit der Kappe im ganzen oval und hinten abgestutzt ist, mit schwach konkavem hinterem Rand; rechts geht der Seitenrand abgerundet in den hinteren über, der linke Seitenrand läuft weit mehr gerade und macht, wie Fürst beschreibt, mit dem hinteren einen beinahe rechten Winkel, wobei aber die Ecke selbst einen spitzen Fortsatz bildet. Diese Verhältnisse treten an dem abgelösten Kopf (Fig. 15) noch deutlicher hervor; hier sieht man, dass an dem hinteren Rand des Kopfes eine kleine Einbuchtung links vorhanden ist, welche zwischen dem erwähnten Fortsatz der linken Eckenpartie und einem kleineren Fortsatz, der nahe an der Mitte des hinteren Kopfrandes ausläuft, sich befindet. In dieser kleinen Ausbuchtung ist das vordere Schwanzende befestigt, und also, wie Fürst geschildert hat, nahe an der Ecke des hinteren Kopfrandes, nicht in der Mitte des letzteren.

Der eigentliche Kopf ist, von der Seitenfläche gesehen und wenn man von der Kappe und dem beschriebenen hinteren Rand absieht, beinahe rund; die Kappe ist vorn abgerundet oder ein wenig zugespitzt rundlich; sie steigt mit etwa einem Drittel der Länge des eigentlichen Kopfes vor diesem hervor und reicht hinten ungefähr bis zur Mitte des letzteren, wo sie mit der von Fürst beschriebenen Querlinie endigt (Fig. 15). Von der Kante betrachtet (Fig. 14), zeigt sich der Kopf schmal elliptisch oder bikonvex, mit einem hellen spitzen Stück am vorderen Ende; dieses Stück ist die Kopfkappe.

Das *Verbindungsstück* (Fig. 13, 14) ist schmal cylindrisch, in der Regel etwas S-förmig gebogen; wenn der Kopf von der breiten Fläche betrachtet wird und mit dem s. g. Ventralrand nach rechts liegt, wie in Fig. 13 — als *Dorsalrand* bezeichnet man ja den Rand des Kopfes, an dessen Seite sich der Schwanzansatz findet, wenn er nicht in der Mittellinie gelegen ist, und als *Ventralrand* des Kopfes den anderen, gegenüberliegenden Seitenrand — so biegt sich der untere Teil des Verbindungsstücks ventralwärts, der obere dorsalwärts. Etwas unter der Mitte des Verbindungsstückes, an der konvaven Seite (der Dorsalseite) desselben, findet sich fast immer, wenn nicht durch die Präparation abgerissen, ein heller Protoplasmatropfen, welcher der Hülle angehört und dorsalwärts hervorragt; in demselben liegt ein dunklerer, glänzender, ovaler Körper. Der Protoplasmatropfen mit seinem Innenkörper kann aber auch weiter rückwärts, sogar am Ende des Verbindungsstücks, gelegen sein (Fig. 14). Das Verbindungsstück, welches kaum die doppelte Länge des mit der Kappe versehenen Kopfes hat — es ist etwa $2^1/_2$ mal so lang als der eigentliche Kopf — zeigt an seinem vorderen Ende ein kurzes, helleres und schmäleres *Halsstück* (Fig. 13),

[1]) Carl M. Fürst, *Bidrag till kännedomen om sädeskropparnas struktur och utveckling* Nord. Med. Arkiv. Band 19, 1887.

welches mittelst des aus drei Körnchen bestehenden *proximalen Centralkörpers* in der oben beschriebenen Grube an der hinteren Randfläche des Kopfes befestigt ist. In der sich dunkel färbenden Hülle des Verbindungsstücks tritt, an den beiden Rändern, bald mehr, bald weniger deutlich je eine Reihe von dunklen Körnern hervor (Fig. 13, 14), diese Körnerreihen zeigen oft eine alternierende Anordnung und deuten auf eine Spirale hin; ob aber diese Spirale nur von der Anordnung der Körner selbst herrührt, oder ob diese sich zu einer wirklichen Spiralfaser zusammengeschlossen haben, war nicht möglich zu entscheiden. In unreifen Stadien (Fig. 17) findet man die Hülle aus zahlreichen, um den Axenfaden angesammelten distinkten Körnern bestehend, welche durch eine spärliche Substanz miteinander verbunden sind. Der schon von Fürst beschriebene Axenfaden tritt nach dem Entfernen dieser Körner noch deutlicher hervor. In der Fig. 16 sieht man ihn mit dem distalen Centralkörperring halbwegs nach hinten gewandert; in der Fig. 17 hat dieser Ring schon beinahe seinen schliesslichen Platz erreicht und ist zugleich kleiner geworden; am reifen Spermium tritt dieser Ring auch mehr oder weniger deutlich, im allgemeinen aber nur schwach, hervor (Fig. 13, 14).

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist im Verhältnis zum Kopf und Verbindungstück, im ganzen lang, beinahe 7 mal so lang als das letztere. Es ist vorn wenig schmäler als dieses Stück, verschmälert sich aber allmählich nach hinten hin und läuft in ein nicht ganz scharf abgesetztes, feines Endstück aus.

Wenn man nun die Spermien des *Igels* mit denen des *Maulwurfs* vergleicht, findet man, dass sie im ganzen demselben Haupttypus angehören; es gibt aber bei ihnen Verschiedenheiten, welche sie von einander unterscheiden und charakterisieren. Beim *Maulwurf* ist der eigentliche Kopf etwas grösser, mehr abgeplattet und hinten schmäler, und der Schwanz ist nicht so schief an ihm befestigt; die Kappe ist viel grösser als bei dem Igel. Das Verbindungsstück ist beim Maulwurf relativ länger, das Hauptstück aber im ganzen nur wenig kürzer.

14.

Die Spermien der Nagetiere.

Tafel XL—XLIX.

Seit alters her sind die Spermien der Nagetiere, oder eigentlich die der Maus (Mus musculus) und v. a. der Hausratte (Mus norvegicus), zum Studium des Baues und der Entwicklung der Säugetierspermien mit Vorliebe gewählt worden. Es ist dies ganz natürlich, weil diese Spermien als relativ gross anzusehen sind, und weil sie sehr charakteristisch gebaut sind; sie sind auch besonders leicht in beliebiger Menge und Ausbildung stets zu erhalten.

Wenn man von den älteren, besonders wegen der früher herrschenden Mängel an technischen Hilfsmitteln nicht tiefer eindringenden Darstellungen absieht, können — nachdem Schweigger-Seidel[1]) dargelegt hatte, dass der Schwanz der Säugetier-Spermien nicht mit dem Kopfe direkt zusammenhängt, sondern eine besondere Bildung darstellt und mit ihm sogar durch ein Zwischenglied, das er das »Mittelstück« nannte, verbunden ist, — die Mitteilungen von Jensen[2]) v. J. 1879 und 1887 und diejenigen von v. Brunn v. J. 1884[3]) als besonders bedeutungsvoll betrachtet werden. Im J. 1874 hatte zwar Eimer an den Säugetierspermien schon gezeigt, dass sowohl das s. g. Mittelstück als der »Schwanz« aus einem Centralfaden (Axenfaden) und einem ihn umhüllenden Protoplasmamantel besteht. Was das erstere (das Mittelstück) betrifft, trat (1879) Jensen gegen diese Anschauung auf, indem nach ihm der Centralstrang hier »von einem Spiralstrange umgeben« ist, »und diese zwei Stränge machen zusammen die ganze Dicke des Mittelstückes und des Schwanzes aus«. »Einige Beobachtungen« — an den Spermien von *Mus decumanus* und Blatta americana angestellt — »deuten an«, sagt er, »dass die Stränge hinwiederum aus vielen feineren Strängen zusammengesetzt sind.«

v. Brunn, welcher in seiner zitierten Abhandlung v. J. 1884 die von mir im J. 1881 gemachte Einteilung des Spermiums der Säugetiere in nur *Kopf* und *Schwanz* sowie die des Kopfes in *Spiess* und *Hauptstück* desselben und die des Schwanzes in *Verbindungsstück* (statt Mittelstück nach Schweigger-Seidel), *Hauptstück* und *Endstück* bestimmt acceptierte, legte nun auch deutlich dar, dass der Axenfaden den ganzen Schwanz durchläuft und von einem Hüllenmantel umgeben ist, aus dem schliesslich im Endstück der Axenfaden frei austritt. Er studierte den Umhüllungsprozess der Spermien bei mehreren Säugetieren und beschrieb ihn speziell bei der *Maus:* »Die erste Veränderung, welche man bemerkt, ist die, dass die Granula des Protoplasmas, welche bisher von sehr verschiedener Grösse waren, regelmässige Grösse bekommen; sie rücken dann dem Axenfaden näher, legen sich an ihn an und drücken sich zugleich eines dicht an das andere, so dass das jetzt noch in der Zelle befindliche Verbindungsstück das Aussehen eines Maiskolbens erhält . . . Diese Körnchen verschmelzen dann mit einander, und zwar zunächst der Quere, nicht der Länge nach: dadurch bekommt das Verbindungsstück ein sehr zierliches quergestreiftes Aussehen . . . Diese Ringelung ist von äusserster Regelmässigkeit. Bei einer Maus zählte ich«, sagt er, »an 5 Exemplaren 31—36 Querstreifen, bei einer anderen ganz regelmässig 30 solche an 8 Samenkörpern.« Diese Körner zeigen bei Essigsäurebehandlung noch die Reaktion von Protoplasmagranulationen. »Ob nun«, fügt er hinzu, »hier einzelne in sich geschlossene Ringe vorliegen, ob es eine Spiralfaser ist, welche diesen Theil des Fadens umkreist, getraue ich mir nicht zu entscheiden, die Entscheidung ist auch sehr schwer; ich neige mehr zu ersterer Ansicht, da ich nie

---

[1]) Schweigger-Seidel, *Ueber die Samenkörper und ihre Entwickelung.* Archiv f. mikrosk. Anatomie, Band I. 1865.

[2]) O. S. Jensen, *Die Structur der Samenfäden*, Bergen 1879 und *Undersögelser over Sædlegemerne hos Pattedyr, Fugle og Amphibier.* Christiania Videnskabsselsk. Forhandl. 1887, Nr 11 sowie ins Deutsche übersetzt in Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd XXX. 1887.

[3]) A. v. Brunn, *Beiträge zur Kenntniss der Samenkörper und ihrer Entwicklung bei Säugethieren und Vögeln.* Archiv. f. mikrosk. Anatomie, 23. Band 1884.

gesehen habe, dass sich eine Faser, wenn auch nur auf kurze Strecke, abgelöst hätte. Dieses Stadium geht dann endlich in das letzte des entwickelten Samenkörpers über, indem die Querstreifen mit einander verschmelzen, so dass eine dunkle, völlig gleichartige Masse den Axenfaden einhüllt, und dieser Process erfolgt bald noch im Hoden, bald erst im Nebenhoden oder wohl gar im Vas deferens; hier sind noch einige Samenkörper vorhanden, an denen die Querstreifung eben noch erkennbar ist» — aber nur an wenigen und nicht so charakteristisch und klar. Während dessen ist das übrige Protoplasma verschwunden. So fand v. Brunn die Entwicklung des Schwanzes auch bei allen den übrigen von ihm untersuchten Säugetieren (Kaninchen, Hengst, Schafbock, Stier und Kater).

Ich habe diese v. Brunn's Darstellung so wörtlich und ausführlich wiedergegeben, weil er schon vor so vielen Jahren den Bau und den Gestaltungsvorgang, v. a. am Verbindungsstück, in klarer und wesentlich richtiger Weise geschildert hat; zu bemerken ist jedoch, dass er an dem genannten Stück die Hülle eher als aus Ringen als aus einer Spiralfaser gebildet ansah.

Schon im Jahre vorher (1883) hatte indessen Fr. v. Leydig [1]) am Verbindungsstück der Spermien der Hausmaus eine dichte schiefe Querstreifung gesehen, die er für eine Schraubenlinie hielt.

In seiner Abhandlung über die Spermiogenese bei der Ratte (v. J. 1885) besprach ferner H. H. Brown [2]) auch den Bau der fertigen Spermien. An Goldchloridpräparaten hatte er am Verbindungsstück eine dunkel gefärbte Spiralfaser gesehen, welche dichte Windungen um einen inneren, schwach gefärbten Teil bildet.

In seiner zusammenfassenden Arbeit über die Säugetierspermien beschrieb C. M. Fürst [3]) auch die Spermien der Ratte und der Maus. Am Kopfe der ersteren sah er sehr schön die Kopfkappe, welche sich weit nach unten streckt. An den reifen Spermien der Maus gelang es ihm aber nicht, eine besondere Kopfkappe wahrzunehmen; am Verbindungsstück der noch nicht ganz fertigen Spermien der Maus sah er die Spiralfaser, welche den Axenfaden umschliesst; bei den ganz reifen Spermien scheint er aber keine Spur der Spiralen mehr gesehen zu haben.

Im J. 1887 erschien dann die oben angeführte zweite Abhandlung von Jensen, in welcher eine Reihe neuer wichtiger Tatsachen enthalten ist. An den Spermien der Ratte (Mus decumanus) kam er durch eingehende Untersuchungen zu dem bestimmten Schluss, dass sich im *Verbindungsstück* um den centralen geraden Axenfaden eine Spiralfaser in engen Windungen windet, welche er sogar durch verschiedene Mittel abzulösen vermochte; die Richtung der Spirale war bei einem Teil der Spermien von rechts nach links, bei anderen umgekehrt. Ferner fand er konstant am vorderen Ende des Axenfadens ein glänzendes Knöpfchen, welches durch eine kleine Partie von heller Substanz vom Kopfe getrennt ist. Jensen glaubte, dass der Axenfaden ein Lumen habe, also röhrenförmig sei; er sah dieses Rohr sich der Länge nach in zwei gleich dicke Teile spalten, und diese beiden Hälften konnten sich weiter in mehrere Fäserchen von verschiedener Feinheit teilen, von denen einige ausserordentlich fein waren. Hierbei erwies es sich auch, dass das vordere Endknöpfchen aus zwei Teilen besteht, aus einem vorderen grösseren und einem nahe hinter diesem gelegenen kleineren. Bei der Ausreifung der Spermien werden die genannten Windungen der Spiralfaser zahlreicher und legen sich dichter aneinander, werden mehr quer gestellt, so dass sie nicht mehr wahrgenommen werden können; das Verbindungsstück erscheint dann homogen. Jensen glaubt aber nicht, wie v. Brunn, dass die Spiralwindungen untereinander verschmelzen, sondern nur, dass sie durch ihre veränderte Beschaffenheit unsichtbar werden. Am hinteren Ende des Verbindungsstückes fand Jensen zuweilen, nicht nur beim Pferde, sondern auch bei der Ratte, eine kleine quergestellte »Scheibe», und zwar sowohl bei unreifen als auch bei den fertigen Spermien; er konnte aber nicht sagen, ob diese Bildung *konstant* vorkommt. Auch am *Hauptstück* des Schwanzes fand Jensen in einzelnen Fällen eine Querstreifung und sogar eine Spiralfaserbildung, und zwar auch an den ausgereiften; dass es gewöhnlich homogen aussieht, rührt, meint er, davon her, dass die Spiralwindungen in der Regel so dicht aneinander liegen, dass man sie nicht wahrnehmen kann. Die Spiralfaser des Hauptstückes hängt nicht direkt mit derjenigen des Verbindungsstückes zusammen; sie gehen nicht ineinander über. Am hinteren Ende wird das Hauptstück mit einem sehr kurzen, hellen und feinen *Endstück* abgeschlossen.

Am *Kopfe* der reifen Rattenspermien entdeckte Jensen ein konstant vorhandenes glänzendes Stäbchen, welches oben unter der Kopfkappe an der Hakenspitze liegt und zu der Kappe gehört. Die Kappe bedeckt den grössten Teil des platten, ausgezogen dreieckigen Kopfes und endet weit unten an ihm mit einer schiefen Linie. Am Kopfe selbst kann man eine äussere Schicht von einer inneren Partie unterscheiden.

---

[1]) Fr. v. Leydig, *Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere*, Bonn 1883.
[2]) H. H. Brown, *On Spermatogenesis in the Rat.* Quart. Journal of Microsc. Science N. S. Vol. XXV, 1885.
[3]) Carl M. Fürst, *Bidrag till kännedomen om sädeskropparnas struktur och utveckling.* Nord. Med. Arkiv. B. 19, 1887.

Jensen hatte indessen schon im Jahre vorher (1886) [1]) einen kürzeren Bericht seiner Ergebnisse veröffentlicht und dabei besonders bei der Ratte die Spiralfaser des Verbindungsstücks, die Spiralfaser des Hauptstücks und das vordere Endknöpfchen des Axenfadens, dagegen nicht den fibrillären Bau des letzteren, den er doch schon früher berührt hatte, besprochen.

Diese Frage vom fibrillären Bau nahm aber E. Ballowitz [2]) gleich nach der letztgenannten Mitteilung Jensen's in demselben Jahre (1886) auf und schilderte die Ergebnisse seiner vorzüglichen Untersuchungen. Er hatte gefunden, dass der Axenfaden des Verbindungsstücks aus zwei nebeneinander liegenden Fäden gebildet wird, welche sogar gegen den Kopf hin im Halsstücke etwas divergieren (Eber), und von denen jeder mit einer dunklen, rauhen, knöpfchenförmigen Verdickung endigt; mit dieser Verdickung befestigen sie sich am hinteren Ausschnitt des abgeplatteten Kopfes (Schafbock, Maulwurf). Er fand, dass das Endstück bei verschiedenen Säugetieren, auch bei der Ratte, sich in 2—4 Fädchen spalten könne. An den Rattenspermien sah er auch im Hauptstück eine Zusammensetzung des Axenfadens aus zwei Fäden und diese noch weiter in feinere Fibrillen spaltbar; der Axenfaden bestehe also aus zwei nebeneinander liegenden, durch Kittsubstanz verbundenen Bündeln aus feinsten Elementarfibrillen, welche letzteren, wiederum durch Kittsubstanz miteinander verbunden, die ganze Spermatozoengeissel durchziehen und im Halsstück und im Endstück frei zu Tage treten.

In seiner im J. 1891 veröffentlichten ausgezeichneten Abhandlung über den Bau der Säugetierspermien [3]) gab dann E. Ballowitz eine sehr eingehende und umfassende Darstellung seiner hierauf bezüglichen Ergebnisse. Hinsichtlich des Verbindungsstückes besprach er vorwiegend den Bau desselben bei den Chiropteren. Da ich im vorigen Bande dieser Serie (Biol. Unt. N. F. Bd XIII, Nr. 10, 1906) schon ein ausführliches Referat sowohl von Eimer's als von Ballowitz's betreffenden Arbeiten gegeben habe, kann ich auf dasselbe hinweisen. Ich bemerke deshalb hier nur, dass Ballowitz im Verbindungsstück der Chiropteren eine ausgeprägte Spiralfaser fand, welche von einer Zwischensubstanz umhüllt ist; sowie dass er auch im Hauptstück, besonders im vorderen Teile, eine ziemlich deutliche Spiralbildung sah, welche eine ähnliche Struktur angibt. Bei der *Ratte*, wie bei anderen Säugetieren, fand er dann auch im wesentlichen den gleichen Bau, wodurch er sich von der Richtigkeit von Jensen's Beobachtungen überzeugen konnte. An den noch nicht ausgereiften Spermien liess sich die Querstreifung und die Spiralfaser deutlich nachweisen. An den reifen Spermien gelang es aber nur durch Maceration (Fäulnis), eine Struktur der Hülle darzulegen; die vorher glatte Oberfläche wurde zuerst rauh und uneben, eine Querstreifung wurde sichtbar und bisweilen konnte er bei genauer Betrachtung feststellen, dass die dunklen Linien die engen Windungen einer den Axenfaden umgebenden Spiralbildung darstellen; die Hülle zerbröckelt sich durch diese Maceration leicht in Stücke. Hiervon geben die Abbildungen von Ballowitz gute Beweise, von der Spiralbildung aber nicht.

Die von Jensen am hinteren Ende des Verbindungsstückes zuweilen gefundene »*Querscheibe*» scheint Ballowitz nicht wiedergefunden zu haben, sondern sie als die letzte ringförmig gewordene Windung der Spirale zu erklären; er hält es für sehr wahrscheinlich, dass die erste und letzte Windung des Spiralfadens wirklich scheibenförmig geworden ist, so dass man hier an jedem Ende von einer »Schlussscheibe» sprechen könnte. Ballowitz weist aber auch darauf hin, dass er bei manchen Reptilien an dieser Stelle ein besonderes lichtbrechendes Stück gesehen und abgebildet hat (1890).

Am *Hauptstück* des Schwanzes sah er auch bei der *Ratte* und der *Maus*, sowie beim Schwein, Maulwurf u. a., nach Maceration die Hülle uneben, wie aus kleinen Querstücken zusammengesetzt; es blieb ihm aber unmöglich zu entscheiden, ob es sich hier wirklich um Segmente handelt, oder ob eine durch Zwischensubstanz verdeckte Spiralbildung besteht; zuweilen glaubte er indessen den Eindruck erhalten zu haben, dass das letztere der Fall ist, wie Jensen bei der Ratte gesehen hat. Die Hülle des Hauptstücks ist jedoch von derjenigen des Verbindungsstücks chemisch different. Ein »Spiralsaum» im Sinne von Gibbes und W. Krause konnte Ballowitz ebenso wenig wie Retzius, v. Brunn und Jensen erkennen. Was den Bau des Axenstrangs betrifft, bestätigte er seine früheren Mitteilungen hierüber nämlich, dass dieser »aus zwei neben einander liegenden, durch Kittsubstanz verbundenen Bündeln aus feinsten Elementarfibrillen besteht, welche letzteren, wiederum durch Kittsubstanz mit einander verbunden, die ganze Spermatozoengeissel kontinuirlich von dem Anfange bis zu dem Ende des Axenfadens durchsetzen». Dies wurde sowohl bei der Ratte wie bei zahlreichen anderen Säugetieren nachgewiesen. Die

[1]) O. S. Jensen, *Über die Struktur der Samenkörper bei Säugetieren, Vögeln und Amphibien.* Anatom. Anzeiger 1886.
[2]) E. Ballowitz, *Zur Lehre von der Structur der Spermatozoën.* Anatom. Anzeiger 1886.
[3]) E. Ballowitz, *Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugethierspermatozoen.* Zeitschr. f. wiss. Zool. Band LII. 2, 1891.

Angaben Jensen's von der röhrenförmigen Beschaffenheit des Axenfadens im Verbindungsstück sind dagegen nicht richtig; jedenfalls muss ein vorhandenes Lumen sehr gering sein.

Das *Halsstück* (der Hals Eimer's) besteht aus den vordersten Enden der beiden, den Axenstrang bildenden Fäden, welche hier oft etwas nach vorn hin divergieren, je mit einem Endknöpfchen endigen und sich am hinteren Kopfende inserieren. Das Verhalten ist indessen bei verschiedenen Tieren etwas wechselnd. Bei einzelnen Arten (z. B. bei der Ratte) fällt der Endknopf, also das vordere Ende des Axenstranges mit der vorderen Grenze der Hülle des Verbindungsstückes zusammen; ein Halsstück ist dann nicht vorhanden, und wird der Hals nur von Kittsubstanz eingenommen. Bei den meisten anderen Säugern geht das vordere Ende des Stranges frei durch den Hals als Halsstück hindurch, um sich mit seinem Endknöpfchen mittelst Kittsubstanz am Hinterrande des Kopfes zu inserieren. Bei anderen Species teilt sich schon im Halse der Strang in seine zwei Fäden, welche mit je einem Knöpfchen sich am Kopfe befestigen.

Der *Kopf* der ausgereiften Säugetierspermien besteht aus dem eigentlichen Kopf und der Kopfkappe; die letztere persistiert bei vielen Tieren, sehr wahrscheinlich bei allen Säugern. Der eigentliche Kopf setzt sich dann wieder aus dem Vorderstück und dem Hinterstück zusammen. Zwischen diesen beiden Abschnitten lässt sich bei manchen Säugern ein Innenkörper in Gestalt eines halbmondförmigen, differenten, scharf begrenzten Feldes nachweisen.

Nach diesen grundlegenden Arbeiten, v. a. von v. Brunn, Jensen und Ballowitz, über den Bau der reifen Spermien der Säugetiere kamen die gleichfalls grundlegenden Untersuchungen von Meves, Benda und v. Lenhossék über die Spermiogenese, welche sich an die früheren, besonders von v. la Valette St. George, v. Ebner, Brown und Renson anschlossen. Es ist hier nicht der Platz, eine Übersicht dieser Arbeiten zu geben, um so weniger als Meves selbst vor einigen Jahren in Merkel-Bonnets Ergebnissen (XI. Band, 1901) schon eine ausführliche kritische Darstellung derselben geliefert hat. Ich werde deshalb nur einige der speziell für das Verständnis vom Bau der reifen Spermien wichtigsten Data anführen, und zwar um so lieber, als die betreffenden Untersuchungen grösstenteils gerade bei Nagetieren angestellt wurden. Weil die Befunde von Meves beim Meerschweinchen zu den neuesten gehören und als die eingehendsten anzusehen sind, werde ich v. a. diese seine Ergebnisse referieren, und hierbei auf die verschiedenen Ansichten, die auf diesem intrikaten Gebiete noch in mehreren wichtigen Punkten differieren, möglichst wenig eingehen. Nach Meves (1899) [1]) kann man den ganzen Entwicklungsgang in vier Perioden einteilen. Die erste Periode reicht vom Ende der letzten Reifungsteilung bis zum Auftreten der Schwanzmanschette (Schwanzkappe), die zweite bis zum beginnenden Schwund derselben, die dritte bis zur Abschnürung der Zellsubstanz; die vierte umfasst die sog. Reifungserscheinungen (nach Abstossung der Samenfäden).

In der *ersten* Periode ist das Idiozom (die Sphäre) anfangs dicht von Körnchen durchsetzt, von denen jedes in einem Bläschen enthalten ist; indem Körnchen und Bläschen miteinander verschmelzen, entsteht ein grosses »Akrosom» innerhalb eines grossen Bläschens, welchem ein halbmondförmiger Rest von Idiozomsubstanz anliegt; Bläschen und Akrosom lagern sich dem Kern an; das Akrosom beginnt sich in eine Aussenzone und in ein Innenkorn zu differenzieren; das Innenkorn verschmilzt mit der Kernwand; das das Akrosom umgebende Bläschen wird zur Kopfkappe. Die Centralkörper, welche beim Meerschweinchen hantelförmig sind, liegen anfangs, nach Ablauf der zweiten Reifungsteilung, direkt unter der Zelloberfläche, einer in Verlängerung des anderen und mit der Zellwand einen rechten Winkel bildend; vom äusseren Ende des distalen Centralkörpers wächst die Anlage des Schwanzfadens aus; dann legt sich der proximale in rechtem Winkel zum distalen, dessen freies Ende sich dann hakenförmig gegen die Zellwand umbiegt; beide bewegen sich dann (mit dem Schwanzfaden) auf den Kern zu, und der proximale lagert sich mit seiner Längsseite an die Kernwand an, welche sich an dieser Stelle etwas vorbuchtet; später scheint der proximale Körper etwas in den Kern eingedrückt zu sein; das andere Ende dieses Körpers setzt sich mit einem feinen, frei in die Zellsubstanz hinausragenden Fädchen fort.

Im Anfang der *zweiten* Periode tritt der von der Kopfkappe bedeckte Teil des Kerns (Kopfes) aus der Zelle aus und beginnt sich immer stärker abzuplatten. Die Schwanzmanschette tritt nun auf, zuerst in der Gestalt eines Systems von zarten Fäden, welche an der Oberfläche des Kerns, in einem Kreise um die Centralkörper, entspringen und dann in die Länge nach hinten wachsen; sie verdicken sich auch, legen sich aneinander und verschmelzen zu einer geschlossenen Membran; diese röhrenförmige Manschette wächst dann nach hinten und wird schmäler. Der proximale Centralkörper, welcher dem Kern angelagert ist, zerfällt nun in drei in einer Reihe liegende, gleich grosse Knötchen. Der Schenkel des distalen Centralkörpers, von welchen der Axenfaden entspringt,

[1]) Fr. Meves, *Struktur und Histogenese der Spermien.* Merkel-Bo nets Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte. XI. Band, 1901, Wiesbaden 1902.

zerfällt zunächst in zwei hintereinander gelegene Knötchen, von denen das hintere am Ursprung des Axenfadens bleibt, rasch zu einer anfangs dünnen Platte wächst und sich zu einem Ring umgestaltet, wonach der Faden durch den Ring tritt und sich mit dem vorderen Knötchen in Verbindung setzt. Auch der andere Teil, der freie Hakenschenkel, zerfällt in drei, in einer Reihe liegende Knötchen, von denen dann ein grosses Knötchen aus dem verdickten Ende des Hakens entsteht; diese drei Knötchen treten nun durch feine Fäden mit den drei Knötchen des proximalen Körpers in Verbindung.

Am *Schwanzfaden* tritt eine spindelförmige Blase auf, welche regelmässig nach hinten wandert; sie scheint eine Auftreibung einer den Axenfaden umgebenden Hülle zu sein. Der Schwanzfaden beginnt sich gegen Ende dieser Periode zu verdicken, und zwar besonders in seinem hinteren Teil, von der Stelle an, wo das spätere Hauptstück seinen Anfang hat.

Die *dritte* Periode beginnt mit dem Verschwinden der Schwanzmanschette. Der Ring des distalen Centralkörpers wandert bis zum Anfang des Hauptstückes, wird immer kleiner und schwächer färbbar, so dass er am Ende der Periode beim Meerschweinchen nicht mehr aufzufinden ist. Die übrigen von dem distalen Centralkörper abstammenden Teile bleiben an Ort und Stelle liegen und werden allmählich kleiner; einige von ihnen entziehen sich völlig dem Nachweis, ohne dass es möglich wäre, über ihren Verbleib etwas Sicheres auszusagen; das am Vorderende des Axenfadens befindliche Knötchen scheint sich in zwei Hälften zu teilen, von denen die eine mit dem einen, die andere mit dem anderen der beiden seitlichen, aus dem horizontalen Hakenschenkel entstandenen Knötchen in Verbindung tritt; diese beiden seitlichen Körnchen selbst nehmen an Grösse ab und werden schliesslich in das vordere Ende der Spiralhülle des Verbindungsstückes aufgenommen, wo sie noch am reifen Samenfaden nachweisbar bleiben; das mittlere der drei aus dem Hakenschenkel entstandenen Knötchen ist aber bald nicht mehr aufzufinden. Der Spermien*kopf* nimmt gegen Ende dieser Periode Löffelform an. Die Zellsubstanz schnürt sich allmählich ab und fällt als runder Ballen weg, wonach von ihr nur eine das Verbindungsstück umgebende Hülle zurückbleibt.

In der *vierten* Periode wird der Kopf sowohl der Länge als der Quere nach kleiner; die Krümmung des Spitzenkörpers kommt zur Ausbildung.

Wie man aus diesem Resumé der letzten dieser Frage betreffenden übersichtlichen Darstellung von Meves ersieht, ist der Vorgang v. a. hinsichtlich des Verhaltens der *Centralkörper* sehr intrikat und, was ihr schliessliches Schicksal angeht, in mehreren Beziehungen unklar. Es ist deshalb auch nicht leicht, aus dieser Entwicklungsgeschichte alle Verhältnisse am *fertigen* Spermium zu verstehen und zu erklären. Meves hat selbst (1899) den Bau desselben beim Meerschweinchen eingehend beschrieben, so dass ich es als richtig betrachte, auch diese Darstellung von ihm hier zu referieren.

Dem Vorderrand des *Kopfes* ist ein Spitzenkörper in Gestalt eines halbmondförmigen Aufsatzes angefügt. Kopf und Spitzenkörper sind löffelförmig gekrümmt, und zwar in entgegengesetzter Richtung; die der Konkavität des Kopfes zugekehrte Seite nennt Meves die Bauchseite; der hintere Kopfrand ist stark verdickt und ausgekerbt, mit einer Querfurche versehen. Der *Hals* wird in der Flächenansicht jederseits durch zwei feine färbbare Fäden begrenzt, die gegen den Schwanz hin etwas konvergieren; mitten zwischen ihnen sieht man noch einen Faden; alle drei Fäden beginnen am Kopf mit knötchenförmigen färbbaren Verdickungen, und die beiden seitlichen Fäden enden am Schwanz mit ähnlichen, mehr oder weniger deutlichen Verdickungen, welche hinter dem Beginn der Spiralhülle in diese eingelagert sind. Die drei Knöpfe, mit denen die Fäden am Kopfe beginnen, finden sich an dem ventralwärts von der Querfurche des hinteren Kopfendes gelegenen Wall, und von dem mittleren gehen sogar zwei Fäden (nach hinten-ventral und nach hinten-dorsal) aus, welche ebenfalls hinter dem Beginn der Spiralhülle mit leichten Verdickungen endigen. Auf Grund seiner Befunde kam Meves zu dem Schluss, dass bei *allen* Säugetierspermien zwei Halsknöpfe, ein vorderer und ein hinterer, existieren, die noch wieder in mehrere, nebeneinander gelegene Teile zerlegt sein können; beide Knöpfchen (bezw. ihre Teilstücke) sind nur durch eine klare Zwischensubstanz oder aber ausserdem durch feine Fäden (Centrosomfäden, Waldeyer) verbunden, die aus derselben Substanz wie die Knöpfchen bestehen. Ballowitz hatte hier schon Fäden gesehen, sie aber als die vorderen Fortsetzungen des Axenfadens aufgefasst. Was den *Schwanzfaden* anbelangt, so liegt unmittelbar auf dem Axenfaden eine Hülle, welche im Bereich des Verbindungsstückes sehr dünn ist und, sich plötzlich verdickend, in die Hülle des Hauptstückes übergeht. Dieser Hülle ist die Spiralhülle am Verbindungsstück aufgelagert. Eine weitere Hülle von cytoplasmatischer Natur ist nach Meves an diesem Stück sowohl als am Hals vorhanden; sie inseriert vorn am Kopf und reicht bis zum Hinterende des Verbindungsstücks.

Was nun den Bau der *Spiralhülle* des Verbindungsstücks und ihre Entwicklung betrifft, scheint Meves diese Frage beim Meerschweinchen nicht selbst eingehender verfolgt zu haben. Er schliesst sich aber der Ansicht von

v. Brunn und Benda an. Die Spiralhülle setzt sich, sagt er, aus Körnern zusammen, welche sich aus dem Cytoplasma dem Verbindungsstück auflagern; die fertige Spiralhülle nimmt man als eine dunkle, etwas körnig aussehende Masse wahr. Meves hebt aber mit Recht hervor, dass Benda durch das Erfinden einer spezifischen Methode, wodurch diese Körner gefärbt und durch die verschiedenen Entwicklungsperioden verfolgt werden können, ein besonderes Verdienst erworben hat. Und Benda selbst, der von den früheren Befunden v. Brunn's dabei nicht wusste, hat über das Verhalten dieser Art von Körnern, die er *Mitochondrien* nannte, eine besondere, zusammenfassende Darstellung gegeben (Merkel-Bonnet's Ergebn., XII. Band, 1902). Er sah die Körner als sehr feine, in der Zellsubstanz unregelmässig zerstreute oder fadenartig zusammengefügte Gebilde, welche sich aber dann allmählich dem Axenfaden des Verbindungsstücks anlegen und sich zu der Spiralfaser aufbauen.

Ich gehe jetzt zu meinen eigenen Befunden an den sich ausreifenden und den reifen Spermien der Nagetiere über.

Es war von Anfang an meine Absicht, möglichst viele verschiedene Genera und Arten dieser Tiere in Bezug auf die Spermien zu studieren. Bei den Nagetieren sind ja schon seit lange mehrere eigentümlich differenzierte Formen bekannt, unter denen die Spermien der Muriden die merklichsten sind. Es schien mir sehr möglich, dass noch manche andere Typen zu finden wären, welche vielleicht nicht nur morphologisch, sondern auch phylogenetisch wertvolle Erläuterungen geben könnten. Deshalb bemühte ich mich, von den Tierhändlern verschiedene Vertreter dieser Tierordnung im lebenden, zuchtfähigen Zustande zu erhalten. Zwar gelang es mir auch, in dieser Weise einzelne anwendbare Tiere zu bekommen, aber leider nicht in dem Umfange, wie ich wünschte. Ausser den überall zugänglichen Vertretern der Genera *Lepus, Cavia, Mus, Microtus* und *Sciurus* erhielt ich nur solche von *Myoxus, Dipus, Myopotamus, Hystrix, Cynomys* und *Lemmus*, dagegen nicht von *Castor, Coelogenys, Hydrochoerus, Lagostomus, Spalax, Lagomys, Spermophilus, Pteromys* und sogar nicht von *Arctomys*. Es ist dies zu bedauern, es war aber dagegen nichts zu tun. Von Arctomys hielt ich einen ganzen Winter hindurch ein eingekauftes grosses Exemplar lebend; als ich ihn dann tötete, war er noch zu jung, hatte keine Spermien, die Hoden waren wenig entwickelt. Von *Dasyprocta aguti* erhielt ich auch von Herrn Hagenbeck in diesem Herbste, gerade während des Druckes dieser Arbeit, ein schönes Männchen; da alle Tafeln schon fertig waren und die vorhandenen Spermien keinen besonders interessanten Typus darboten, stand ich davon ab, sie hier zu beschreiben.

Bei den untersuchten Nagetieren erwies es sich, dass man wesentlich drei Typen von Spermienformen unterscheiden kann, erstens die einfacheren, welche den Typus der mehr primitiven Spermien der Säugetiere repräsentieren, zu denen die von *Lepus, Myoxus, Myopotamus, Dipus* und v. a. von *Hystrix* und *Dasyprocta* gehören, und dann die differenzierteren, unter denen zwei Arten von Formen zu unterscheiden sind. Die eine dieser Formenarten bildet eine Gruppe, zu welcher *Cavia, Cynomys* und auch *Sciurus* gehören. Die anderen sind durch *Mus, Microtus* und *Lemmus* vertreten.

Ich fange hier mit der Darstellung der Gruppe der einfacheren, primitiveren Typen an.

Lepus cuniculus L.

(Taf. XL, Fig. 1—19.)

Die Spermien des Kaninchens scheinen eigentümlicherweise nicht oft der Gegenstand von genaueren Untersuchungen gewesen zu sein. In der betreff. Literatur finde ich nur sparsame Angaben hierüber. E. Ballowitz hat (1891) in seiner oben angeführten Arbeit über den feineren Bau der Säugetierspermien drei abgetrennte Köpfe von Kaninchenspermien abgebildet (Taf. XIV, Fig. 59—61). In seiner die verschiedenen Säugetiere behandelnden Beschreibung werden diese Spermien auch nur ganz ausnahmsweise besonders erwähnt; so z. B. wird angegeben, dass auch beim Kaninchen die Kopfkappe noch am völlig ausgereiften Spermium vorhanden ist.

Renson, welcher (1882) die Spermiogenese bei diesem Tiere studierte, bildete indessen auch ein fertiges Spermium ab und sagt davon, dass er am Kopfe einen Querstreifen gesehen, welcher die Grenze der beiden Segmente angibt, sowie am Körper eine Segmentation in sehr feine Teilchen, welche der von Eimer bei den Vespertilionen beschriebenen ähnlich ist.

Meine Fig. 1 der Taf. XL gibt nun nach der Behandlung mit Osmium-Rosanilin-Kaliacetat ein vollständiges Spermium aus der Epididymis, mit dem Kopf von der Fläche, und Fig. 2 das vordere Stück von der Kante wieder. Die Fig. 3 und 4 stellen solche Spermien nach Behandlung mit Zenker-Heidenhain dar. Wie man sieht, ist der Kopf oval, mit der grössten Breite etwas vor der Mitte, sowie an beiden Seiten stark abgeplattet (Fig. 2). Die Form des Kopfes ist meistens etwas unregelmässig, so dass die eine (ventrale) Kante etwas konvexer, hervorragender ist, was jedoch ziemlich viel wechselt. Die Verschmälerung des Kopfes nach hinten ist aber in der Regel vorhanden. Von der Fläche betrachtet, zeigt der Kopf etwa an seiner Mitte den schon von Renson und später von Ballowitz angegebenen Querstreifen, welcher die Kopfkappe hinten begrenzt, sowie die vor demselben gelegene halbmondförmige helle Partie (die Innenkuppe oder der Innenkörper von Ballowitz), welche an den meisten Säugetierspermien vorkommt und auf eine gewisse Verschiedenheit der Substanz hindeuten soll. Die Verhältnisse sind aber hier so wechselnd, dass man keine genauere Regel angeben kann. Jedenfalls ist zu bemerken, dass der hintere Teil des Kopfes, dessen Grenze oft mit der hinteren Grenze der Kopfkappe zusammenfällt, sich durch eine dunklere, gesättigtere Farbe auszeichnet; es ist dieser Teil, den Fürst bei verschiedenen Säugetierspermien genauer untersuchte, und den später auch Ballowitz eingehend beschrieb. Eigentümlicherweise ist indessen die allerhinterste Partie oft wieder heller. An den nach Zenker-Heidenhain behandelten Präparaten (Fig. 3) erscheint hier, wie bei anderen Säugetierspermien, der hintere Teil der Kopfkappe als ein mehr oder weniger breites dunkles Querband, welches sogar etwas wallförmig verdickt sein kann. Am vorderen Rande des Kopfes zeigt die Kappe ein etwas hervorragendes, dunkleres Gebräme, eine verschieden grosse Verdickung, in welcher oft Körner wahrzunehmen sind und welche als das *Perforatorium* betrachtet werden kann, obwohl es keine besondere Struktur oder scharfe Abgrenzung darbietet; es bildet gewissermassen die Schneide, ist vorn am stärksten und verschmälert sich allmählich nach den Seiten hin (Fig. 1, 3, 4, 6); von der Kante gesehen, erscheint es wie in Fig. 2; an den unreifen zeigt es sich wie in Fig. 7 und 16. An den Köpfen, an denen die Kappe abgefallen ist, ist das Gebräme auch abgelöst und der vordere Kopfrand rein und unbedeckt.

Hinter dem Kopfe bemerkt man ein mehr oder weniger ausgesprochenes, helleres *Halsstück*, welches zuweilen am abgelösten Kopf sitzen bleibt (Fig. 16) und hinter ihm das dunklere, ungefähr gleich dicke, cylindrische *Verbindungsstück*, welches etwa die Länge des Kopfes besitzt (Fig. 1, 2); in den mit Zenker-Heidenhain behandelten Präparaten (Fig. 3, 4) sind die genannten Stücke durch die nachfolgende Xylol-Paraffin-Behandlung etwas geschrumpft und schmäler; der Unterschied zwischen den beiden Stücken ist aber deutlicher. An dem Verbindungsstück der fertigen Spermien erkennt man kaum eine Struktur, höchstens eine schwach hervortretende Körnelung in den Seitenpartien der Hülle. An ihm haftet in der Regel ein rundlicher Kuchen von homogenem Aussehen, welcher um das Stück gebogen liegt, und zwar bald an dessen Mitte, bald tiefer unten (Fig. 2, 3, 4, 15); nicht selten ist das Verbindungsstück nach einer Seite umgebogen, und der Kuchen liegt dann an seiner konkaven Seite (Fig. 4), wobei man deutlich sieht, dass er durch einen hellen Protoplasmatropfen an dem Stück befestigt ist. Oft fällt aber der Kuchen durch die Präparation ab, so dass man in den Präparaten freischwimmende Gebilde dieser Art in Menge findet. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass er noch an den fertigen Spermien ein konstanter Teil ist.

An den in Hodenpräparaten zahlreich vorhandenen, noch nicht ausgereiften Spermien (Fig. 6, 7, 8) findet man im Verbindungsstück einen geraden Axenfaden und rings um diesen eine einfache Schicht aus kugligen Körnern, welche von einer Protoplasmahülle (Fig. 7) umgeben ist, die in jungen Stadien noch reichlicher erscheint; in späteren Stadien wird sie immer dünner und schliesst sich zuletzt der Körnerschicht ganz eng an; in späteren Stadien liegen auch die Körner stets regelmässig dicht aneinander rings um den Axenfaden (Fig. 8). Am hinteren Ende dieser Körnerhülle findet sich die Jensen'sche Scheibe, der distale Centralkörperring, dicht am vorderen Ende des Schwanzhauptstückes (Fig. 8); in etwas früheren Stadien findet man oft den Ring ein wenig vor dem letzteren, und in noch früheren weiter vorn am Axenfaden, auf seiner Wanderung nach hinten begriffen. Die genannten kugeligen Körner fallen zuweilen vom Axenfaden ab, und dann gewöhnlich alle gleichzeitig, indem sie innig aneinander zu hängen scheinen; in Fig. 9, 10, 11, 12, 13 sind solche Fälle wiedergegeben; man sieht dann zuweilen, dass der Axenfaden aus zwei ungefähr gleich dicken Fäden besteht (Fig. 12), welche aus ihrer dicht zusammenhängenden Lage durch die Präparation voneinander getrennt werden können. In solchen Präparaten kann man nun das Verhalten der *Centralkörper* näher studieren. Wenn der Ring noch nicht nach hinten gewandert ist, sondern noch in der Nähe des Kopfes liegt (Fig. 11), findet man, ausser diesem Teil des distalen Körpers, welcher sich im optischen Durchschnitt als zwei jederseits vom Axenfaden gelegene Körner präsentiert, noch *fünf* andere Körner, von denen zwei etwas weiter vorn beiderseits vom Halsstück liegen, und zwar das eine stets grösser als das andere,

und drei kleine Körner am vorderen Ende des Halsstücks; die drei letztgenannten Körner sind nebeneinander gelegen, ein Korn an jeder Seite und zwischen diesen das dritte; dies letztere ist weniger deutlich und zuweilen nicht sichtbar. Nach Meves' Darstellung der Centralkörperderivate beim Meerschweinchen, sind die drei vordersten zum proximalen, die übrigen zum distalen Centralkörper gehörig. In den Fig. 9, 10 und 12, in welchen der Ring schon nach hinten gewandert ist, sind die fünf anderen Körner noch an ihren Plätzen vorhanden. Bei der Ausreifung werden sämtliche Körner in der Regel immer kleiner und entziehen sich mehr oder weniger der Beobachtung. Nur die vordersten (proximalen), dicht am Kopfe befestigten lassen sich nachweisen, und zwar am besten nach dem Ablösen des Kopfes, wobei sie am Vorderende des Halsstücks sitzen (Fig. 16); die beiden seitlichen treten am deutlichsten hervor, das mittlere nur ganz schwach und unbestimmt. An Spermien, wo der Kopf noch festsitzt, kann man sie zuweilen noch demonstrieren (Fig. 1, 3, 4, 5, 15). Auch sieht man die von Meves genauer beschriebenen, von diesen Körnern nach hinten ziehenden feinen Fäden hin und wieder, aber nur sehr schwach angedeutet (Fig. 1, 13).

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist nicht besonders lang, etwa $5^1/_2$ mal so lang als der Kopf; es fängt am Hinterende des Verbindungsstücks, etwas schmäler als dieses, aber doch ziemlich breit, an, verschmälert sich aber immer mehr nach hinten hin und endigt mit einem ganz kleinen und feinen, nicht besonders scharf abgesetzten *Endstück* (Fig. 1. 3). Das Hauptstück besteht, wie gewöhnlich, aus einem Axenfaden, der sich direkt in den Faden des Verbindungsstücks fortsetzt, und aus einer äusseren, ziemlich dicken Hülle, welche abgestreift werden kann (Fig. 13); in der Hülle liess sich in meinen Präparaten keine Struktur nachweisen, obwohl wahrscheinlich eine solche, wie bei den Muriden, vorhanden ist. An den unreifen Spermien fand ich einigemal am vorderen Ende des Hauptstücks, aber offenbar zum Verbindungsstück gehörend, eine blasige Auftreibung, (Fig. 14), welche vielleicht zu der Kategorie der von Meves beim Meerschweinchen beschriebenen Blasen zu rechnen ist, deren Wand aber direkt in die Hülle des Hauptstückes überzugehen schien. Ein echtes Doppelschwanzspermium ist in Fig. 19 wiedergegeben.

Hystrix cristata L.

(Taf. XL, Fig. 28—32.)

Vom Stachelschwein, als Vertreter der Fam. *Hystricidae*, gelang es mir Spermien zu erhalten, indem ich ein lebendes Männchen einkaufte und tötete. Zwar schien bei ihm die eigentliche Brunstzeit schon vorüber zu sein. In der Epididymis fanden sich jedoch noch so viel Spermien, dass ich eine Anzahl von Präparaten machen und ihren Typus bestimmen konnte. Dieser Typus zeigte sich nun als auffallend einfach und primitiv. Die Spermien von Hystrix sind die kleinsten, die man bisjetzt bei Säugetieren gefunden hat, und besitzen einen *Kopf*, der nicht nur sehr klein, sondern auch nicht abgeplattet, sogar fast eiförmig, ja zuweilen kugelförmig ist. Die Fig. 28 und 29 geben die gewöhnliche Form wieder; die Fig. 30, 31 und 32 zeigen den Kopf mehr kugelförmig, Fig. 32 zeigt einen solchen teilweise von vorn, woraus ersichtlich ist, dass keine Abplattung vorliegt. Am vorderen Umfang des Kopfes findet sich ein rundlich kuchenförmiges Spitzenstück, ein Perforatorium, welches bald höher (Fig. 28), bald weniger erhaben (Fig. 30) sein kann.

Das *Verbindungsstück* ist gewöhnlich etwas länger als der Kopf, im reifen und unbeschädigten Zustande cylindrisch, aber nach hinten hin etwas verschmälert, mit ebener Oberfläche versehen; zuweilen bemerkt man jedoch an ihm eine undeutlich körnige Beschaffenheit der Hülle, und man meint in ihr jederseits etwa drei Körner zu sehen (Fig. 29), welche wohl als optische Durchschnitte einer Spiralfaser aufzufassen sind, die ich aber nie sicher wahrnehmen konnte. An manchen Spermien zeigte sich die Hülle des Verbindungsstückes dicker, gleichsam wulstig (Fig. 30) und aufgetrieben, was vielleicht eher von einer schon in der Epididymis eingetretenen Maceration als von unvollständiger Ausreifung herrührt. Wenn die Hülle mehr oder weniger abgelöst wird, sieht man, dass ein Axenfaden vorhanden ist (Fig. 31).

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist ausserordentlich kurz und schmal; es verschmälert sich hinten und geht, deutlich abgesetzt, in ein relativ langes, feines und spitz auslaufendes *Endstück* über.

Myopotamus coypus Geoffr.

(Taf. XLIX, Fig. 13—24.)

Es gelang mir schon vor mehren Jahren auch von einem Tierhändler ein grosses zuchtfähiges Männchen dieses zur Fam. Octodontidae gehörenden Nagetieres zu erhalten, und ich traf bei ihm reife Spermien an. Dagegen

war in den Hoden die Spermiogenese ganz abgeschlossen. Durch ein Missverständnis einer Beihülfe wurden die Abbildungen dieses Nagetiers mit denen des Artiodactylen Dicotyles auf einer gemeinsamen Tafel zusammengebracht.

Die Spermien von Myopotamus sind, wie die von Hystrix, klein, aber doch auffallend grösser als diese. Der *Kopf* ist bei Myopotamus stark abgeplattet, und oval mit abgestutzem hinterem Rande und scharfen hinteren Ecken. Die Fig. 13 und 14 zeigen zwei reife Spermien mit dem Kopf von der Fläche, die Fig. 15, 16 und 17 geben drei Köpfe von der Kante wieder. In den Fig. 13 und 14, wie auch in Fig. 18, 19, 21, 22, sieht man, dass eine *Kopfkappe* an der vorderen Partie des Kopfes sitzt, welche mehr als die vordere Hälfte desselben bedeckt und gewöhnlich mit einem etwas verdickten Querband hinten endigt, um dann in die dünne Hülle der hinteren Kopfpartie überzugehen. Am vorderen Ende dieser Kopfkappe findet sich ein glänzender, sich mit Rosanilin stark färbender Körper, der wohl als »Perforatorium» zu bezeichnen ist; er sitzt wie ein Kuchen an der Kopfspitze und folgt der Kopfkappe beim Ablösen derselben (Fig. 20); von der Kante betrachtet, zeigt der Kopf diesen Körper als einen hervorragenden Knopf (Fig. 15, 17) oder als einen schräg sitzenden, seitlichen Kuchen (Fig. 16). Nach beiden Seiten von diesem Körper bildet die Kopfkappe ein Gebräme, welches sich nach hinten hin allmählich verdünnt.

Der *Schwanz* ist in der Regel nicht in der Mitte des hinteren Kopfrandes, sondern mehr oder weniger nach dessen einer Seitenecke hin befestigt, und zwar mittelst eines kurzen hellen Halsstücks, an dessen vorderem Ende zwei kleine proximale Centralkörperkörnchen nachweisbar sind (Fig. 13, 14, 16, 18). An abgelösten Köpfen sitzen zuweilen diese Körnchen noch angeheftet (Fig. 19).

Die Grösse des Kopfes wechselt ein wenig. Das *Verbindungstück* ist ungefähr von der Länge des Kopfes, zuweilen ein wenig länger. Es ist schmal, cylindrisch und zeigt in seiner Hülle eine Andeutung zu Körnern, welche vielleicht optischen Durchschnitten einer Spiralfaser entsprechen können. An diesen reifen Spermien liess sich jedoch diese Frage nicht entscheiden. Das deutlichste Bild hiervon war das in Fig. 21 wiedergegebene.

Das *Hauptstück* ist 5—6 mal so lang als das Verbindungsstück, im ganzen schmal und verschmälert sich immer mehr nach hinten hin; ein kurzes feines *Endstück* lässt sich, mehr oder weniger deutlich abgesetzt, nachweisen.

Doppelschwänze kommen vor; Fig. 24 gibt ein solches wieder.

Auch fanden sich Spermien mit anormalen Kopfformen, besonders mit konisch ausgezogener hinterer Kopfpartie (Fig. 22, 23). Die Fig. 22 stellt auch einen relativen Riesenkopf, die Fig. 23 einen ziemlich kleinen Kopf dar.

Dipus aegyptius Hasselq.

(Taf. XL, Fig. 20—27.)

Aus der Familie *Dipodidae* habe ich Dipus aegyptius untersucht. Seine Spermien, die ich im beweglichen Zustand in der Epididymis und im Vas deferens massenhaft antraf, stehen hinsichtlich der Form denen des Kaninchens ziemlich nahe; der bemerkenswerteste Unterschied liegt in der stärkeren Ausbildung der Kopfkappe bei Dipus; der eigentliche Kopf ist aber auch kleiner und der Schwanz etwas kürzer. Fig. 20 gibt ein typisches fertiges Spermium von Dipus wieder.

Der *Kopf* ist oval, gewöhnlich ein wenig breiter in der vorderen Hälfte, hinten quer, oder etwas schief abgestutzt. An seiner Mitte, oder etwas hinter derselben, erkennt man die feine Querlinie, welche den hinteren Rand der Kopfkappe darstellt. Von der Seite gesehen (Fig. 21), ist der Kopf sehr schmal, also an beiden Flächen stark abgeplattet. Die Kopfkappe ragt eine Strecke vor dem eigentlichen Kopf als ein breit halbmondförmiger, abgerundeter Kamm, welcher an beiden Rändern des Kopfes verschmälert hinabsteigt, hervor; an den beiden Seiten des Kammes sieht man eine wulstige Verdickung, welche sich mit Anilinfarben ziemlich stark färbt (Fig. 20, 22, 23); diese Verdickungen, welche oft körnig erscheinen, sind verschieden stark ausgebildet und hängen vorn mit einer schmäleren Brücke zusammen; zuweilen, besonders in noch nicht reifem Zustande (Fig. 25), ist diese Brücke breiter.

Das *Halsstück* ist kurz, das *Verbindungsstück* ungefähr von der Länge des Kopfes mit der Kappe; dies letztere Stück ist schmal, cylindrisch, nach hinten hin etwas schmäler, eben und glatt; nur ausnahmsweise bemerkt man in seiner Hülle eine Andeutung zu beiderseitigen Körnerreihen (Fig. (21, 22, 26) und zur Spiralfaser. An unreifen Spermien (Fig. 23, 24) aus dem Hoden sieht man rings um den Axenfaden des Verbindungsstückes eine Schicht von gleich grossen, hellen, glänzenden und scharf konturierten, kugeligen Körnern, von denen jederseits 8 zu zählen sind (Fig. 23), und die zuweilen sich auf 9 oder 10 belaufen; an solchen Spermien ist auch der distale Centralkörperring noch deutlich und ebenso das vordere seitliche, grössere, zum selben Centralkörperteil (dem

distalen) gehörende Korn (Fig. 23 und 24). Die proximalen sind dagegen sowohl hier wie an den reifen Spermien sehr schwer nachweisbar, nur als ein dunkler Streifen angedeutet. In Fig. 26 waren jedoch am Halsstück zwei grössere Körner vorhanden. Im Manschettenstadium (Fig. 27), wo der distale Ring noch weit vorne liegt, waren die proximalen Körner ebenfalls schwer zu sehen; der Kopf war hier noch ziemlich gross, die Kappe spitzig.

Das *Hauptstück* des Schwanzes, vorn breiter, verschmälert sich nach hinten hin und geht, gut abgesetzt, in ein ziemlich kurzes, feines *Endstück* über (Fig. 20).

Myoxus glis L.

(Taf. XLI, Fig. 15—22.)

Von diesem Vertreter der Fam. Myoxidae erhielt ich nur reife Spermien. Die Fig. 15 gibt ein vollständiges Exemplar wieder.

Der *Kopf* ist breit oval, stark an zwei Flächen abgeplattet, wie die Abbildungen der von der Kante gesehenen Köpfe zeigen (Fig. 16 und 18). Über die Mitte des Kopfes läuft ein breites dunkles Querband, das offenbar den etwas verdickten hinteren Teil der Kopfkappe angibt. An den Ansichten des Kopfes von der Kante her bemerkt man beiderseits an der Mitte einen diesem Querbande entsprechenden dunkleren Wall, welcher besonders an den mit Zenker-Heidenhain behandelten Spermien (Fig. 18) schärfer hervortritt. Am vorderen Rande der Kopfkappe bemerkt man einen schmalen dunklen Streifen, eine Art Perforatorium, aber auch an den Seitenrändern sieht man, dem Querbande entsprechend, beiderseits einen schmalen dunklen Streifen. Der Hinterrand des Kopfes ist schwach konkav. Der *Schwanz* ist hier in der Weise befestigt, dass er mit einem kurzen, wenig ausgesprochenen Halsstück an einer Ecke des Hinterrandes sitzt, also schief am Kopfe (Fig. 15 und 17), ungefähr wie bei Erinaceus. Hier sieht man ein (Fig. 15) oder zwei (Fig. 17) kugelige Körner neben dem Halsansatz.

Das *Verbindungsstück* ist etwas länger als der Kopf, schmal, cylindrisch und zeigt, wenn auch nicht ganz scharf, 4—5 weit voneinander getrennte Körner an jeder Seite der Hülle, welche wohl als die optischen Durchschnitte einer »Spiralfaser« anzusehen sind, obwohl diese Faser nicht deutlich hervortritt.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist verhältnismässig lang, schmal und zeigt nach Abschaben der Hülle in seiner Axe einen Faden (Fig. 19). Hinten immer mehr verschmälert, geht es, gut abgesetzt, in ein ziemlich kurzes, feines, helles *Endstück* über.

Doppelschwänze waren hier recht häufig. Die Fig. 20 gibt ein vollständiges solches Spermium wieder; die Fig. 21 und 22 stellen die vordere Partie zweier anderer Doppelschwänze dar, an denen die Schwänze deutlicher voneinander getrennt sind als in Fig. 20.

Sciurus vulgaris L.

(Taf. XLI, Fig. 1—14.)

Als Vertreter der Familie *Sciuridae* standen mir *Sciurus vulgaris* (L.) und *Cynomys ludovicianus* Ord. zur Verfügung. Ich fange hier mit den Spermien des erstgenannten an.

Von den Sciurusspermien gab C. M. Fürst (1887) eine Beschreibung nebst zwei Abbildungen der vorderen Partien mit dem Kopfe von der Fläche und von der Kante gesehen. Der Kopf ist nach ihm oval mit breiterem Vorderteil, hinten mit einem konkaven Einschnitt versehen, in dessen Mitte der Schwanz konzentrisch sitzt; er befestigt sich also weiter nach vorn als der hinterste Teil des Kopfes. Der Kopf ist abgeplattet, aber nicht flach, sondern gewölbt und zwar mit der Wölbung nach hinten gerichtet, und mittelst dieser im Winkel, schief, gegen den Schwanz gestellt, wie die Ansicht von der Kante zeigt. Am frischen Material sieht man nach Fürst auch eine Querlinie, hinter welcher der Kopf mehr lichtbrechend ist. Das Verbindungsstück ist stark markiert. Von einer Kopfkappe finde ich in seiner Darstellung keine Angabe.

Die Fig. 1 meiner Taf. XLI stellt ein vollständiges, reifes, mit Osmium-Rosanilin-Kaliacetat behandeltes Spermium aus der Epididymis dar, und zwar mit dem Kopfe in natürlicher Lage von der Fläche betrachtet. Fig. 3 gibt die vordere Partie einer Spermie mit dem Kopfe im optischen Durchschnitt wieder. Fig. 2 stellt eine mit Zenker-Heidenhain behandelte Spermie dar, deren Kopf ganz flach ausgebreitet liegt.

Wie das Kantenbild (Fig. 3) zeigt, bildet der Kopf, wie Fürst auch angibt, mit dem Schwanz einen starken Winkel, und sein hinterer Rand schiesst mit seiner Seitenpartie etwas nach der anderen Seite hinüber. Der Kopf

ist, wie Fürst sagt, abgeplattet und nach hinten konvex gebogen. Die Abplattung ist sogar ausserordentlich stark (Fig. 3); nur die hinterste Randpartie ist etwas mehr verdickt. Der Kopf besteht aber aus dem *eigentlichen Kopf* und der *Kopfkappe*. Diese letztere ist stark ausgebildet und eigentümlich gestaltet. Die Fig. 2 zeigt, wie erwähnt, beide Teile in flacher Ausbreitung; man sieht hier, dass der eigentliche Kopf eine rundliche Scheibe von unregelmässiger Gestalt bildet, dass der hintere Kopfrand mit seinem von Fürst erwähnten konkaven Einschnitt schief gerichtet und auch in dieser Lage zu dem Schwanz schräg gestellt ist; an der einen Seite ragt der Hinterrand mit einer rundlichen Ecke weiter nach hinten als an der anderen und auch weiter nach aussen hin. Diese Seite mit ihrem Rand ist als die ventrale zu bezeichnen; sie ist kräftiger und mehr abgerundet als die andere (dorsale). Der Vorderrand ist auch etwas schief. Die Fig. 4 gibt in einem noch nicht ausgereiften Stadium den eigentlichen Kopf, von der Fläche betrachtet, ohne Kopfkappe, wieder. In der Fig. 2 sieht man nun am vorderen Umfang des Kopfes die ansehnliche Kappe flach ausgebreitet; ihr hinterer Rand verläuft der Quere nach, aber schief von dem Dorsalrande und vorn nach dem Ventralrande und hinten, etwas hinter der Mitte der Kopfscheibe. Die Kappe ist vorn etwas breiter und buchtet sich in ganz anderer, entgegengesetzter, Richtung als die Kopfscheibe selbst, indem sie nach vorn konvex, nach hinten konkav ist und den umgebogenen, äusserst dünnen Rand nach hinten hin kehrt. Die Fig. 3 zeigt im optischen Durchschnitt diese verwickelten Biegungen von der Seitenkante her. Wenn man nun aber die Fig. 1 betrachtet, findet man, dass die Kopfkappe ebenfalls nicht regelmässig gebogen ist, sondern sich schief von der ventralen Seite und vorn dorsalwärts nach hinten dreht, weshalb ihre dorsale Partie weiter nach vorn reicht.

An der ausgehöhlten Stelle des Hinterrandes des Kopfes ist das ziemlich breite Halsstück befestigt. Die schiefe Gestalt der Kopfplatte ist, obwohl mehr oder weniger ausgesprochen, stets vorhanden. Die Fig. 9 stellt ein mit Zenker-Heidenhain behandeltes Präparat dar. In der Fig. 13 findet man im optischen Durchschnitt einen in gleicher Weise behandelten Kopf, welcher dem in Fig. 3 wiedergegebenen ähnlich ist; nur ist der ganze Kopf etwas mehr nach hinten gedreht, die Kappe zeigt aber eine schwächere Biegung ihrer vorderen Randpartie, wogegen sie hier etwas dicker ist.

Das *Halsstück* ist ziemlich dick und lang, hat gewöhnlich eine helle Farbe und verschmälert sich etwas nach hinten, wo die dunklere Hülle des Verbindungsstückes es mit konkavem Rande umfasst; in seiner Mittellinie sieht man an den beiden Seiten, welche sichtbar sind, wenn der Kopf platt liegt (Fig. 1, 2, 5), einen dunklen Streifen; in der Ansicht des Kopfes von der Kante (Fig. 3) schimmert zuweilen auch ein schwach markierter Streifen hervor.

Was die *Centralkörper* betrifft, findet man am Ansatz des Halsstücks des ausgereiften Spermiums mehr oder weniger deutlich zwei Körnchen, eines an jeder Seite (Fig. 1); oft sind sie kaum oder gar nicht sichtbar; hinter ihnen bemerkt man zuweilen an einer Seite ein grösseres Korn (Fig. 1), oder auch jederseits ein ganz kleines (Fig. 2); die Bilder sind also wechselnd, so dass es schwer ist, eine Regel festzustellen. An den noch nicht reifen Spermien (Fig. 4, 5, 6, 7) ist nun stets ein ziemlich grosses Korn an der einen Seite des Halsstückes vorhanden, und zwar an der Seite, wo die dorsale Kopfecke anstösst, welche etwas mehr nach vorn verschoben ist; die beiden vorderen Körnchen, welche an den Ecken des Ansatzes des Halsstücks liegen, sind aber, wenn der Kopf noch ansitzt, auch an den unreifen Spermien schwer sichtbar (Fig. 5); etwas deutlicher erkennt man sie, wenn der Kopf abgefallen ist (Fig. 8), wo man an der einen, vorderen, Ecke ein Korn und an der anderen Seite, an der dorsalen Ecke, ein anderes Korn wahrnimmt, wozu man noch das grosse Korn links, sowie hinter ihm den um den Axenfaden liegenden, im optischen Durchschnitt als zwei Körner erscheinenden dicken Ring bemerkt. Das grosse Korn und der Ring gehören ja zu dem distalen Centralkörper, und der Ring wandert, wie bei anderen Säugern, später nach hinten, um am hintersten Ende des Verbindungsstückes seine Endstation zu finden (Fig. 6) und dann immer kleiner und undeutlicher zu werden (Fig. 7, 4).

Wie besonders die Fig. 4 und 8 zeigen, ist in frühen Stadien das Halsstück im Verhältnis zum *Axenfaden* auffallend dick, v. a. nach vorn hin, und verschmälert sich nach hinten; sein ganzes Aussehen deutet, wie Jensen und auch Meves (für die Cavia-Spermien) hervorheben, auf eine andere Struktur als der Axenfaden des Verbindungsstücks. Dieser ist in den frühen Stadien sehr schmal, wird aber etwas dicker und lässt sich nicht nur in zwei Fasern spalten (Fig. 9), sondern zerfällt gelegentlich sogar in eine grössere Anzahl, 4—6 oder noch mehr (Fig. 10).

Die den Axenfaden umgebende Hülle des *Verbindungsstückes* zeigt an den ausgereiften Spermien (Fig. 1) keine deutliche Struktur; man bemerkt an ihr nur eine schwach ausgesprochene Körnigkeit oder eine unebene Oberfläche. Das Verbindungsstück hat ungefähr die Länge des eigentlichen Kopfes.

In noch nicht reifen Stadien findet man auch hier statt der späteren kompakten Hülle eine Schicht kugliger Körner (Fig. 5); durch die Präparation können sie voneinander getrennt und teilweise abgelöst (Fig. 6) oder sogar ganz abgestreift werden (Fig. 4). In noch früheren Stadien liegen diese Körner in einem noch dickeren Sack um den Axenfaden angesammelt; dieser Sack (Fig. 7) erstreckt sich anfangs nicht bis zum Hinterende des Verbindungsstückes, sondern stülpt sich nur allmählich dahin. Ob auch beim Eichhörnchen diese Körnerhülle sich später in eine echte Spiralfaserhülle umwandelt, liess sich in meinen Präparaten nicht sicher dartun; es ist dies aber wahrscheinlich. An dem Verbindungsstück der reifen Spermien trifft man, wie bei so vielen anderen Säugetierspermien, in der Regel einen Protoplasmaballen, welcher ihn einseitig umgibt und einen gebogenen Kuchen dunklerer Substanz enthält (Fig. 1).

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist ziemlich lang, in seinem vorderen Teil wenig schmäler als das Verbindungsstück, verschmälert sich aber nach hinten hin immer mehr und läuft schliesslich sehr spitz hinaus; ich vermochte hier kein abgesetztes Endstück nachzuweisen. Es besteht aus einem vorn ziemlich dicken Axenfaden, welcher sich in mehrere Fäden zerspalten lässt, und aus einer ihn umgebenden Hülle.

Doppelschwänze waren nicht selten zu finden. Die beiden Schwänze setzen sich mit je einem ziemlich breiten Halsstück an dem gemeinsamen Kopf an (Fig. 14); die Verbindungsstücke können entweder innig verklebt oder gut getrennt sein, und die Hauptstücke verlaufen gewöhnlich einander parallel und nebeneinander, um am hinteren Ende noch inniger verklebt zu werden.

Cynomys ludovicianus Ord.

(Taf. XLII—XLIV.)

Aus der Familie Sciuridae habe ich auch Cynomys untersuchen können, indem es mir gelang, einige erwachsene lebende Männchen von einem Tierhändler einzukaufen.

Die Spermien des Cynomys, von denen ich in der Literatur noch keine Darstellung finden konnte, zeichnen sich durch ihre bedeutende Grösse aus; v. a. ist ihr Kopf mit seiner Kappe auffallend breit und lang, was indessen mit der starken Abplattung dieser Teile zusammenhängt. Die Fig. 1 der Taf. XLII stellt ein vollständiges reifes Spermium aus den Epididymiskanälen in ausgebreiteter Lage dar, und zwar in derselben Vergrösserung, in welcher ich die meisten Spermien abgebildet habe, nämlich mit Zeiss' Apochrom. Hom. Imm. 2 mm. Ap. 1,30 Komp. Okul. 12 und noch dreimal linear vergrössert. Die Kopfpartie ist hier in dieselbe Flächenlage gebracht, wie der Schwanz; im Leben und im natürlichen Zustande bildet sonst der Kopf mit dem Schwanze einen ziemlich ansehnlichen Winkel. Die Fig. 2 derselben Tafel gibt im optischen Durchschnitt dies Verhältnis wieder. In dieser normalen Lage lässt sich aber die eigentliche Gestalt des Kopfes nicht überblicken, weil er nur stark perspektivisch gekrümmt hervortritt. Die Fig. 1 und 8 derselben Taf. (XLII) zeigen dagegen, jene mit Kappe und diese ohne eine solche, den Kopf flach ausgebreitet.

Man sieht, wie der Kopf selbst eine spatelförmige Gestalt besitzt, mit ungefähr gleicher Länge und Breite, sowie mit dem vorderen und seitlichen Umfang abgerundet, dem hintersten Teil aber schief abgeschnitten oder sogar mit etwas konkavem Rande. Der abgerundete vordere und seitliche Umfang ist nicht bilateral symmetrisch, sondern im Gegenteil etwas schief gedreht, so dass die eine Hälfte des Randes einem Zirkel mit grösserem, die andere einem solchen mit kleinerem Radius entspricht. Jene Seite des Kopfes ist als die *dorsale*, diese als die *ventrale* zu bezeichnen. Der hintere, abgestutzte Rand des Kopfes ist zugleich etwas, mehr oder weniger, schief gegen die Kopfaxe gestellt, und zwar in der Weise, dass er mit dem ventralen Rande einen spitzeren Winkel und eine mehr hervorragende Ecke bildet als mit dem dorsalen, wo die Eckenpartie auch mehr abgerundet ist. Der Schwanz, welcher an dem hinteren, konkavierten Rand des Kopfes befestigt ist, sitzt in der Regel, und zwar bald mehr, bald weniger, der dorsalen Randecke genähert, wodurch die ventrale Ecke mehr nach hinten hinausragend erscheint.

Bei der Betrachtung des optischen Längsdurchschnittes (Fig. 2 der Taf. XLII) erkennt man, dass die basale Partie des Kopfes dort, wo der Schwanz sich ansetzt, dreieckig verdickt und etwas ausgehöhlt ist; nach den beiden Seitenrändern, wie auch nach vorn hin, verdünnt sich aber allmählich die Kopfplatte, so dass sie im optischen Durchschnitte ganz dünn erscheint.

Im natürlichen Zustande ist indessen die Kopfscheibe nicht flach, sondern sie bildet im Gegenteil eine eigentümlich gekrümmte Platte. Die Fig. 3 der Taf. XLII zeigt ihre normale Gestalt von der Ansatzseite des Schwan-

zes her, in der perspektivischen Lage; in dieser Figur ist aber auch die ansitzende Kappe in natürlicher Lage abgebildet, weshalb nur der mittlere Teil der Figur dem eigentlichen Kopfe angehört. Man erkennt nun, dass dieser Teil rinnenförmig ausgehöhlt oder gekrümmt ist, so dass die obere (vordere) Fläche von einer Seite zur anderen konkav erscheint und die Seitenränder dann in die sich schwach umbiegenden Kappenpartien übergehen.

Die Kopfplatte läuft, vorn und an den Seitenrändern eng verdünnt, an dem optischen Durchschnitt zugespitzt aus. Man erkennt ferner in ihr keine wahrnehmbare Struktur; sie erscheint kompakt homogen und färbt sich mit den Färbemitteln, welche gewöhnlich die Kopfsubstanz färben. Zuweilen trifft man mit Osmium behandelte Kopfplatten der Quere nach und in verschiedenen Richtungen in Stücke gebrochen, ohne dass dadurch eine wirkliche Struktur hervortritt.

Die Kappe des Kopfes ist auffallend umfangreich. Wenn sie mit dem Kopfe, wie in Fig. 1 der Taf. XLII, flächenförmig ausgebreitet ist, erkennt man, dass sie nicht nur den grössten Teil des Kopfes bis in die Nähe des hinteren Randes überkleidet, sondern ihn an den Seitenrändern und am Vorderrande weit überragt. Hinten ist sie quer oder eigentlich, wie der Kopf selbst, etwas schief abgestutzt; an den Seitenrändern und am Vorderrande ist sie schön abgerundet und ragt vorn in der Regel etwas mehr als zwei Drittel der Kopflänge nach vorn von dem Kopfrande hervor. Die Kappe, welche also gewissermassen den Kopf nach vorn und an den Seiten fortsetzt, ist zwar auch dünn und scheibenförmig, aber noch stärker gekrümmt als die Kopfplatte selbst. Wie der optische Längsdurchschnitt (Fig. 2 der Taf. XLII) zeigt, biegt sich die Kappenplatte vorn stark um, so dass ihr zugespitzter Vorderrand sogar nach hinten gerichtet wird. Indem die Seitenränder, besonders in ihrer vorderen Partie, sich in derselben Richtung etwas umbiegen, erhält die Kappe an der einen, der nach hinten gerichteten, Fläche eine ausgehöhlte konkave Gestalt, während die andere, nach vorn gerichtete Fläche konvex geformt ist. Dies geht schon aus der Betrachtung der Fig. 2 hervor, aber noch deutlicher zeigt die Fig. 4 dieses Verhalten, in welcher ein Spermiumkopf mit seiner Kappe schief von der einen Seite her abgebildet ist. Oben sieht man den vorderen umgebogenen, nach vorn hin von der konvexen, nach hinten hin von der konkaven Fläche begrenzten Rand. An dem vorderen Umfang erscheint die Kappe oft verdickt, indem ihre Substanz eine geringere oder grössere Anzahl glänzender rundlicher Körner von verschiedener Grösse enthält. Die Fig. 12 der Taf. XLII, wo der Kopf mit der Kappe in gestreckter (unnatürlicher) Lage gerade nach vorn hin gerichtet ist, zeigt den Vorderrand der Kappe mit einem Inhalt von solchen Körnern. Sonst trifft man sie an den reifen Spermien in der Regel mehr der unteren konkaven Fläche, als einen bald grösseren bald kleineren Klumpen, anhängend, bald bildet diese Substanz ein glänzendes Gebräme am vorderen Kappenrande.

Nach hinten hin bekleidet, wie oben erwähnt, die Kappe mit sehr verdünntem Häutchen die beiden Flächen der Kopfplatte (Fig. 2 der Taf. XLII) und endigt etwas verschieden weit von der hinteren Kopfkante mit einem sehr dünnen, mehr oder weniger geraden oder etwas gebogenen Rande.

Hier und da trifft man Spermienköpfe, deren Kappen ein wenig von ihnen abgehoben sind, an denen dann zwischen dem vorderen Kopfrande und dem hinteren inneren Kappenrande eine helle gebogene Höhle erscheint. In anderen Fällen ist die Kappe vom Kopfe ganz abgelöst worden und liegt frei im Präparate; in solchen Präparaten findet man dann auch Köpfe ohne Kappen, wie die Fig. 8 der Taf. XLII einen solchen Kopf wiedergibt.

Der *Schwanz* ist, wie erwähnt, an dem hinteren Rande des Kopfes, und zwar in der kleinen Grube an der verdickten Mittelpartie desselben, in der Weise befestigt, dass er in der Regel der dorsalen Ecke des hinteren Kopfumfanges etwas näher sitzt.

Er besteht aus einem ausgesprochenen Halsstück, einem Verbindungsstück und einem Hauptstück.

Das *Halsstück* ist bei Cynomys gut ausgebildet und tritt in den verschiedenen Präparaten oft stark hervor; die Länge desselben entspricht ungefähr einem Drittel der Länge des eigentlichen Kopfes und einem Viertel des eigentlichen Verbindungsstückes. An Spermien, die mit Osmium und Anilinfarben behandelt sind, tritt es als eine helle, etwas glänzende Partie hervor, welche sich vom Kopfansatze nach hinten hin etwas verschmälert und in ihrer Mittenaxe einen dunkleren Streifen zeigt (Fig. 1, 3, 7 u. s. w. der Taf. XLII); wenn die Spermie mit dem Kopfe von der Seite betrachtet wird (Fig. 2 derselben Taf.), wird dieser Streifen schwächer oder ist gar nicht sichtbar. Jederseits von diesem Mittelstreifen bemerkt man nun einen ovalen oder spindelförmigen, weisslich glänzenden Körper, welcher bis zum Kopfansatze reicht. Wenn der Kopf abgelöst ist, erkennt man deutlich, dass die Ansatzlinie des Halsstückes schräg gegen die Längsaxe desselben gestellt, also schräg abgestutzt ist (Fig. 5, 7, 14 der Taf. XLII), gewöhnlich aber zugleich nicht ganz gerade verläuft, sondern etwas konvex hervorragt (Fig. 7), und zwar mit einem kleinen Höcker in der Partie, welche am meisten nach vorn reicht. An den beiden Enden dieser An-

satzfläche bemerkt man je ein Korn, welches in die Ecke zwischen ihr und der Kopffläche eingeschoben ist. In manchen Präparaten sieht es auch so aus, als ob auch in der Mitte der Ansatzfläche noch ein Korn oder sogar zwei Körner vorkämen (Fig. 5, 11, 14, 15 ders. Taf.); ihr Vorhandensein ist jedoch nicht sichergestellt, indem sie in vielen Präparaten, und zwar in den am reinsten gefärbten, zu fehlen scheinen. An dem Halsstück bemerkt man übrigens mehrere Bildungen, welche ein wechselndes Aussehen darbieten. An seinen beiden Seiten findet sich gewöhnlich ein Längsstreifen, welcher von dem vorderen Eckenkorn nach hinten hinausläuft (Taf. XLII, Fig. 3, 5, 7, 9 u. s. w.). Die beiden vorderen Eckenkörner sind offenbar *proximale Centralkörperkörner*, und die beiden Streifen entsprechen den von Ballowitz und Meves bei anderen Säugetierspermien beschriebenen Centralkörperfäden (Centrosomfäden Waldeyer). In der Mitte zwischen diesen Fäden, welche sich besonders mit Hämatoxylin färben lassen, erkennt man oft noch einen Faden (Taf. XLII, Fig. 1, 3, 7, 14 etc.), welcher sich nach hinten über das Halsstück erstreckt und sich an dessen Hinterende teilt, um mit je einem Endast an die Enden der beiden Seitenfäden zu laufen und sich bogenförmig und verbreitert mit ihnen zu vereinigen (Fig. 7). Oft sieht es so aus, als ob hier ein undeutlich begrenztes Korn vorhanden sei. Nach Meves' Beschreibung der Cavia-Spermien findet sich an dieser Stelle das mittlere der vorderen drei Körner des *distalen* Centralkörperapparates. An den fertigen, ausgereiften Spermien ist es indessen schwer, diese Körner scharf zu sehen. Was den erwähnten mittleren Längsstreifen betrifft, so findet man ihn nicht nur an einer Seite, sondern an beiden, vorn und hinten; zuweilen sieht es aus, als ob er verdoppelt sei (Taf. XLII, Fig. 5, 9). Schliesslich ist zu erwähnen, dass es nicht selten vorkommt, dass man vor dem hinteren Ende des Längsstreifens ein rundes Korn (Fig. 6, 12) oder beiderseits von ihm deren zwei (Fig. 8) antrifft. Noch öfter findet sich aber ein rundes Korn an dem einen Seitenrand des Halsstückes (Fig. 13), wie dies bei den unreifen Spermien beinahe die Regel ist.

Es sind also am reifen Halsstück wechselnde Bilder zu verzeichnen, und es ist im ganzen nicht leicht, eine alle umfassende Deutung zu geben; ich komme aber bei der Besprechung der unreifen Spermien auf diese Frage zurück.

Das *Verbindungsstück* ist etwas länger als der eigentliche Kopf, aber kürzer als der Kopf mit seiner Kappe. Von der Seite gesehen (Taf. XLII, Fig. 2), zeigt es ungefähr dieselbe Dicke, als wenn der Kopf seine Fläche darbietet (Fig. 1). Es verschmälert sich aber in der Regel etwas nach hinten hin. Die Oberfläche ist im ganzen eben und glatt und zeigt nur eine sehr schwache Andeutung von einem körnigen oder spiraligen Bau. Die Hülle ist nicht besonders dick; dagegen ist der Axenfaden relativ stark; schon im unbeschädigten Zustand erkennt man an ihm eine Zusammensetzung aus drei Stäben oder Fäden, hier und da trennen sich durch die Präparation diese Fäden von einander (Taf. XLII, Fig. 9), und sie zerfallen sogar zuweilen ganz deutlich in zwei seitliche und einen mittleren (Fig. 10), von denen die beiden seitlichen die Farbemittel (Rosanilin, Hämatoxylin) kräftiger aufnehmen; der mittlere ist heller und verschmälert sich nach hinten hin; alle drei reichen gleich weit nach vorn; das Aussehen ihrer vorderen Enden zeigt, dass auch das Halsstück in sie hineingeht, indem der dunkle Beleg an den beiden seitlichen Fäden oder Stäben (Fig. 10) offenbar den dunklen Partien am hinteren Ende des Halsstücks (Fig. 1) entspricht. Das in Fig. 10 wiedergegebene Präparat, welches an sich sehr deutlich war, erklärt nun auch die in den Fig. 9 und 5 abgebildeten Halsstücke, indem auch hier ein mittlerer Stab zu sehen ist; in den übrigen Figuren ist dagegen dieser mittlere Stab von den beiden Seitenstäben mehr oder weniger gedeckt.

Es bleibt jedoch zu erklären, wie es möglich sei, diese Zusammensetzung des Verbindungsstückes aus drei parallel gelegenen Fäden mit dem Verhältnis zu vereinigen, dass die drei Fäden sowohl in der Kanten- als in der Flächenansicht der Spermien wahrnehmbar sein können, sowie dass das Stück in beiden Ansichten ungefähr gleich dick erscheint; die letztere Tatsache kann jedoch durch eine Ausfüllung mittelst der umgebenden Hülle erklärt werden.

Am hinteren Ende des Verbindungsstücks erkennt man am reifen Spermium kaum oder wenigstens nur undeutlich die beiden optischen Durchschnitte der Jensen'schen Querscheibe oder des Centralkörper-Ringes. Das *Hauptstück* des Schwanzes ist an seinem Anfang nur wenig schmäler als das Hinterende des Verbindungsstückes; es verschmälert sich aber allmählich nach hinten hin und läuft zuletzt fein und spitz aus, ohne ein deutlich abgesetztes Endstück zu zeigen (Taf. XLII, Fig. 1). Es lässt schon ohne Maceration eine Zusammensetzung aus zwei seitlichen, einander parallel verlaufenden Fäden ahnen. An gebrochenen Stellen, wenn die ziemlich dicke Hülle noch ansitzt (Taf. XLII, Fig. 19), erkennt man in der Axe einen Axenfaden; nach Maceration der Hülle zerspaltet sich aber dieser Faden in zwei parallele Fäden (Fig. 13 und 20); ob aber noch zwischen diesen ein sehr dünner mittlerer Faden, als Fortsetzung desjenigen des Verbindungsstückes, vorhanden ist, liess sich in den Präparaten nicht sicher dartun.

In mehreren Fällen sah ich nun auch eine andere Anordnung, die von Interesse ist. Die Fig. 16 der Taf.

XLII gibt ein solches Präparat wieder. Ich konnte an grösseren oder kleineren Strecken des Schwanzes eine dünne Hülle und innerhalb desselben einen scharf markierten Spiralstrang wahrnehmen, welcher nach vorn hin sich in das Verbindungsstück hinein verfolgen liess. Ich konnte diese Bilder nur in der Weise erklären, dass sich der gesamte Axenfaden von der Hülle abgelöst und sich in ihrem Lumen spiralig gedreht hatte. In einzelnen Fällen lag der Spiralstrang abgeplattet und eng an die Innenfläche der Hülle angelehnt (Fig. 17). In Fig. 18 sieht man diesen spiraligen Strang nur auf einer kleinen Strecke auftreten und das Hauptstück sowohl nach vorn als nach hinten sein gewöhnliches Aussehen annehmen.

Wenn ich nun zu dem Studium der *unreifen* Spermien von Cynomys übergehe, um dadurch ein näheres Verständnis einiger Partien der reifen zu erhalten, so werde ich hierbei, wie ich es gewöhnlich tue, allmählich rückwärts in der Entwicklung fortschreiten.

Was zuerst den *Kopf* betrifft, so ist davon nicht besonders viel zu sagen. Sowohl der eigentliche Kopf als die Kopfkappe bilden allmählich ihre schliessliche, oben in eingehender Weise beschriebene Form aus. Die Fig. 1, 9 und 20 der Taf. XLIII zeigen dies in derselben Vergrösserung wie die Fig. der Taf. XLII (3 Mal linear) und die Fig. 1 der Taf. XLIV in etwas geringerer Vergröss. (2 Mal linear); auf die noch früheren Stadien komme ich weiter unten zurück. Sowohl der eigentliche Kopf als die Kopfkappe wachsen und platten sich ab, wobei sie immer mehr ihre eigentümliche gebogene Gestalt annehmen.

Das *Verbindungsstück* zeigt in dem noch nicht ganz ausgereiften Stadium (Taf. XLIII, Fig. 1, 2, 9) eine deutlichere körnige Anordnung in der Hülle mit Alternierung der dunkel gefärbten Körner. In ein wenig jüngeren Stadien (Fig. 3, 4, 6, 7, 10) tritt mehr oder weniger scharf und distinkt in der Hülle die Spiralfaser hervor; die in den angeführten Figuren abgebildeten Spermien liessen in dieser Beziehung nichts zu wünschen übrig. Daneben fanden sich aber in den Hoden auch solche, in welchen statt einer wirklichen Spiralfaser kleine Körnchen in einer mehr oder weniger undeutlichen Spiralanordnung vorhanden waren; ob dies durch einen Zerfall oder durch noch nicht eingetretene Zusammenschliessung der Körnchen entstanden sei, war nicht möglich zu entscheiden. Dann findet man in den Präparaten aus den Hoden Spermien, in deren Verbindungsstück die Hülle eine grosse Anzahl kleiner, dicht gedrängter Körner enthält, welche auch keine deutliche Spiralanordnung darbieten (Fig. 15). Neben denselben kommen aber andere vor, bei denen sich die Körner, welche noch wesentlich grösser waren, sich schon zu einem Spiralstrang zusammengefügt hatten, der aber noch nicht enge Windungen hatte (Taf. XLIII, Fig. 11, 12, 14). Hieran schliessen sich Spermien, bei welchen die ebenfalls noch grossen Körner in mehr oder weniger unregelmässiger Anordnung um den Axenfaden des Verbindungsstückes angesammelt liegen oder anfangen, sich ring- oder spiralförmig anzuordnen (Taf. XLIII, Fig. 16, 17, 13). In Fig. 13 und 17 sind sie noch, wie auch in Fig. 12 und 14, von einem Protoplasmaklumpen umschlossen; in Fig. 16 ist derselbe teilweise abgestreift, und ein Teil der Körnchen ist abgerissen. In diesen Fällen, die in den Präparaten zahlreich vorkommen, ist zwar die relativ geringe Anzahl der v. Brunn'schen Körner bemerkenswert, besonders wenn man dieselbe mit der in Fig. 15 vorhandenen vergleicht. Es scheint, als ob die betreffende Körneranzahl jener Spermien noch nicht fertig ausgebildet wäre. Wie dem nun auch sei, so ist jedenfalls der Gang der Ausbildung des Spiralfadens aus sich spiralig anordnenden, immer kleiner werdenden Körnern, wie dies auch bei anderen Säugetieren gewöhnlich ist, offenbar.

Was nun die Ausbildung der *Centralkörper* betrifft, so findet man in den unreifen Stadien besonders oft den *distalen Centralkörperring* wieder, er ist aber stets von geringer Grösse und gewöhnlich auch dünn. Die Fig. 14, 17 und 20 der Taf. XLIII stellen ihn am hinteren Ende des Verbindungsstückes dar, und Fig. 18 gibt ihn auf seinem Weg zu diesem seinem Endplatz wieder. In manchen Fällen hatte er sich, wie eine Anzahl Figuren derselben Tafel zeigen, in den Präparaten nicht färben lassen, oder auch war die Färbung sehr schwach und undeutlich; er verdünnt sich bald so bedeutend, dass er sich den Blicken entzieht. Von den nach vorn hin gelegenen Centralkörperteilen tritt das grosse, seitliche, dorsale Korn, welches zu der vorderen Abteilung des distalen Centralkörperapparates gerechnet wird, fast immer sehr scharf und gut entwickelt hervor (Taf. XLIII, Fig. 12, 13, 16, 17, 19 etc.); ihm gegenüber, an der ventralen Seite des Halsstückes, trifft man zuweilen auch das bei dem Kaninchen und anderen Säugetieren nicht selten vorkommende zweite kleine Korn an, welches jedoch oft verschwindend klein oder auch nicht wahrnehmbar ist. In Betreff des *proximalen* Centralkörpers erkennt man bei guter Färbung die beiden Körnchen, welche an den Ecken gelegen sind (Fig. 20); zuweilen findet man aber auch hier ein Körnchen in der Mitte der Ansatzstelle.

Einmal fand ich hier im unreifen Stadium ein eigentümliches Gebilde, einen dicken, spiralförmig gebogenen Faden, welcher vom ventralen proximalen Centralkörperkorn eine Strecke nach hinten hin verlief und dann endete;

dieser Fall ist in Fig. 18 der Taf. XLIII wiedergegeben; dass dieser Spiralfaden dem Faden des Verbindungsstückes selbst entspricht, ist schwerverständlich, weil das Stadium noch so früh ist, dass der hintere Centralkörperring noch nicht seinen schliesslichen Platz erreicht hat, weshalb die v. Brunn'schen Körner (vergl. Fig. 14 und 17) noch vorhanden sein sollten; und doch ist eine andere Erklärung kaum möglich.

Aus den wechselnden Bildern kann man nun hinsichtlich des Centralkörperapparates folgende Schlüsse ziehen: Der *proximale* Körper besteht aus zwei Körnchen, welche an den beiden Ecken des Halsstücksansatzes am Kopfe liegen; vielleicht findet sich hier auch ein mittleres Körnchen. Der *distale* Körper ist zusammengesetzt aus dem hinteren, sehr schwach ausgebildeten Ring und einem an der dorsalen Seite des Halsstücks gelegenen Korn, welches indessen im reifen Stadium oft stark reduziert sein kann, sowie aus einem an der entgegengesetzten, ventralen, Seite des Halsstücks vorkommenden, sehr kleinen, oft sogar unsichtbaren Körnchen. Schon oben wurde indessen erwähnt, dass auch am hinteren Ende des Halsstücks der reifen Spermien zwei mit Hämatoxylin und Rosanilin färbbare, nicht scharf umschriebene Flecken vorkommen (Taf. XLII, Fig. 1, 2, 3, 7 etc.); diese sind auch in den nicht reifen Spermien mehr oder weniger deutlich wahrnehmbar (Taf. XLIII, Fig. 1, 2, 3, 4 und v. a. 20). Es ist aber schwer zu entscheiden, ob diese Flecken wirklich zu dem Centralkörperapparat gehören; man muss sich in acht nehmen, alles in dieser Region färbbare als zum Centralkörperapparat gehörig zu betrachten. Jedenfalls ist es nötig, diese Fragen durch das Studium der noch früheren Stadien, d. h. durch die Spermiogenese, zu entscheiden.

Infolgedessen habe ich versucht, bei Cynomys an den Spermiden in den verschiedenen jüngeren Stadien, und zwar v. a. nach Behandlung mit Zenker-Heidenhain, die Centralkörperfrage und die damit zusammenhängenden Probleme etwas eingehender zu studieren. Die Tafel XLIV stellt eine Anzahl Bilder dar, welche in dieser Hinsicht einige Erläuterungen darbieten können. Um auf der Tafel allen diesen Figuren Platz bereiten zu können, musste ich sie in einem etwas geringeren Massstab als die Figuren der Tafeln XLII und XLIII wiedergeben lassen, nämlich bei Zeiss' Apochr. Hom. Imm. 2 mm. Ap. 1,40 + Komp. Ok. 12, *zwei* Mal linear vergrössert.

In diesem Falle ist es wohl am richtigsten, bei der Beschreibung nicht, wie sonst, von den späteren zu den früheren Stadien rückwärts zu gehen, sondern im Gegenteil mit den früheren anzufangen.

Die Fig. 15 stellt ein sehr frühes Stadium einer Spermide dar, wo der Kern noch ein echtes Chromatinnetz zeigt und die beiden Centralkörperkörner noch in der Nähe desselben im Inneren der Zelle liegen. Das Idiozom (die Sphäre) liegt nicht weit davon neben dem Kern und zeigt schon eine Zerteilung in Innen- und Aussenzone. Ausserdem hat man links den »chromatoiden Nebenkörper». In dem folgenden Stadium (Fig. 17) findet man die beiden Centralkörper, nebeneinander gelegen, an der Peripherie der Spermatide. Die Umlagerung derselben und die erste Bildung des Schwanzfadens fand ich leider in meinen Präparaten nicht. Dagegen traf ich eine grössere Anzahl von den danach folgenden Stadien, in denen die von Meves bei Cavia beschriebene eigentümliche Hinausschiebung des Kernes (Kopfes) gegen den Centralkörperapparat hin, welcher sich nunmehr in eine proximale und eine distale Abteilung geteilt und angeordnet hat, vorkommt. Der vom Kerne hervorgetriebene Ausläufer zeigt in den einzelnen Spermiden ein verschiedenes Aussehen, ist bald lang und schmal oder eigentlich schmal-konisch (Fig. 12, 13, 21), bald mehr in die Breite gezogen und mit zwei Ästen versehen (Fig. 5, 6, 7, 10). Diese letzteren Stadien sind offenbar als die späteren anzusehen, wobei sich der Kernausläufer etwas zurückgezogen hat. Bei diesem Zurückziehen wird erstens der nunmehr aus zwei Körnchen bestehende proximale Centralkörper mit dem Ausläufer nach vorn gezogen, und zwar ein Körnchen an jedem der beiden Äste; zweitens folgt ihm auch in einer kurzen Entfernung der distale Centralkörper und der mit ihm eng verbundene feine Schwanzfaden (Fig. 7, 12). Der distale Körper teilt sich hierbei in einen feinen hinteren Ring und zwei etwas weiter vorn befindliche, nebeneinander gelegene Körnchen (Fig. 12, 4, 3); und nun tritt auch die sog. Schwanzmanschette auf, zuerst als ein undeutlicher, breit konischer, heller, hinten offener Trichter, dessen vorderer Rand mit dem Kerne (Kopfe) eng verbunden ist (Fig. 5, 6, 11, 13, 14, 21, 4). In Fig. 22 ist diese Manschette blossgelegt. Dieselbe verlängert sich dann (Fig. 18), und das hintere Kopfende zieht sich immer mehr nach vorne, bis es eine konkave, eingebuchtete Gestalt bekommen hat (Fig. 18, 2). Zugleich beginnt die Wanderung des hinteren distalen Centralkörperringes nach hinten hin (Fig. 2) an dem noch schmalen Axenfaden des Verbindungsstücks. Dieser Faden, welcher in den früheren Stadien ohne merkbaren Absatz in den übrigen Schwanzfaden übergeht (Fig. 3 etc.), zeigt in Fig. 2 eine gewisse hintere Abgrenzung gegen das Hauptstück, indem am letzteren eine äussere Hülle aufgetreten ist, welche vorn verschmälert endigt. Die v. Brunn'schen Körner sind in diesem Spermium nicht sichtbar; sie sind wahrscheinlich abgelöst, weil sie sonst bis zum distalen Centralkörperringe vorhanden sein sollten.

Der Kern der Spermide zeigt in diesen Spermien in schöner Weise die inneren Umwandlungen, denen er beim Übergang zu dem eigentlichen Spermiumkopf unterliegt. Von dem Stadium der Fig. 15 und 17 mit dem wahren, starken, undichten Chromatinnetz, in dem gewöhnlich ein centraler dicker Knotenpunkt (Fig. 15) und auch andere dickere solche Klumpen (Fig. 17) vorkommen, zu dem des homogen erscheinenden, »verdichteten« und stark verkleinerten Spermiumkerns gibt es eine Reihe von Übergangsstadien. Die Fig. 20 stellt ein solches Stadium dar, in dem sich das Chromatinnetz verdünnt hat und gleichmässigere Schlingen darbietet; die körnige Zusammensetzung dieses Netzes ist auch gut ausgeprägt. In den folgenden Stadien wird das Netz immer dünner und mit immer dichteren Schlingen (Fig. 21), in deren Knotenpunkten noch kleine Körner hervortreten (Fig. 13, 8, 7), wonach das Netz allmählich undeutlicher wird (Fig. 12, 11, 5, 4), bis zu den Stadien, wo nur eine feinkörnige Beschaffenheit (Fig. 19, 3) und zuletzt ein homogenes Aussehen (Fig. 2) zurückbleibt und zugleich eine starke Verkleinerung des Kerns und die Umformung desselben zur Gestalt des Kopfes eintritt. Die Kernmembran scheint während dieser Veränderungen der Kernsubstanz unverändert zu bestehen, obwohl sie sich mit dem Kern zusammenzieht.

Das *Spitzenstück* bietet während dieser Veränderungen des Kerns ebenfalls eine Reihe von Umgestaltungen dar. Von den zwei Teilen des Idiozoms, welche in Fig. 15 und 17 sichtbar sind, bleibt nur die dem Kern anliegende kugelige Partie zurück (Fig. 13, 12, 11, 5, 4), welche sich dem vorderen Ende des sich ausbildenden Kernes (Kopfes) anlegt und mit ihrer hinteren dem Kerne anliegenden Fläche abplattet (Fig. 4, 5, 20). Dann verlängert sich allmählich diese Partie nach vorn hin, wird oval (Fig. 21, 7) und später tüten- oder fingerförmig (Fig. 3, 19); während dieses Prozesses ist das in dieser Weise sich ausbildende Spitzenstück, wie auch der eigentliche Kopf selbst, stets von einem Zellprotoplasmamantel eingehüllt (Fig. 20, 7, 5, 4, 3), welcher aber allmählich verdünnt wird und zuletzt nur als eine sehr dünne Schicht zurückbleibt. Die dann folgende Umwandlung der Form des Spitzenstückes zu dem abgeplatteten, in mehrfacher Hinsicht gebogenen, oben beschriebenen Gestalt des fertigen Spermiums geschieht allmählich im Zusammenhang mit der Gestaltveränderung des eigentlichen Kopfes. Die Fig. 1 der Taf. XLIV stellt ein solches Zwischenglied in der Ausbildung zur fertigen Form, von der Kante gesehen, dar.

Unter den Spermiden kommen in den Hodenpräparaten oft grosse Zellen vor, welche mehr als eine Spermide enthalten. Es sind diese Zellenformen bisjetzt zu wenig beachtet worden, obwohl sie als recht eigentümlich betrachtet werden müssen (s. bei Niessing und Benda). Es liegt nicht im Plane dieser Arbeit, auf diese Variation näher einzugehen. Die Fig. 23 der Taf. XLIV stellt indessen ein Beispiel solcher Zellen dar; hier sind drei Spermiden je mit ihrem Spitzenstück abgebildet; die Centralkörper und Schwänze waren nicht sichtbar; es wäre von Interesse, diese anormale Zellenart in ihrer weiteren Entwicklung zu verfolgen. Auch sah ich Spermiden mit zwei Kernen und nur einem gemeinsamen Spitzenstück (Fig. 24), die wohl als anormal aufgeführt werden müssen.

Schliesslich habe ich noch die nicht selten vorkommenden *Doppelschwanzspermien* zu besprechen. Auf der Taf. XLIII sind drei solche anormale Spermien abgebildet. Am hinteren Rande des Kopfes sieht man statt einer Einbuchtung zwei nebeneinander gelegene, und in jeder derselben ist ein Schwanz befestigt. Die Fig. 21 stellt ein fertiges Doppelschwanzspermium dar. Der eigentliche Kopf mit seiner Kappe ist auffallend gross. Die Schwänze zeigten die normale Länge; die Verbindungsstücke hatten je ein grösseres distales Centralkörperkorn am Halse, jedes nach seiner Seite (rechts und links) gelegen, was von Interesse ist, weil dieses Korn an den einschwänzigen stets an der dorsalen Kopfecke liegt. Die oberen Teile der Verbindungsstücke waren von einem Protoplasmaklumpen mit darin eingeschlossenem dunklerem Scheibenkörper und einem schwarzgefärbten Korn umgeben; unten ist die Hülle des Stückes nach vorn etwas verschoben. Oben, beim Übergang zum Halsstück, sieht man an beiden Schwänzen das dunkle quere Band und weiter nach vorn je ein anderes Querband von wenig dunkler Farbe, welches gewissermassen je mit dem entsprechenden grossen Seitenkorn des Halsstücks zusammenhängt. In Fig. 23 liegt ein ähnliches Präparat mit den beiden dunklen Querbändern am Halsstück vor, wogegen die lateralen Körner hier sehr reduziert sind. In Fig. 22 liegt noch die vordere Partie eines Doppelschwanzspermiums vor (vom Spitzenstück konnte des Raumes wegen nur der hintere Teil wiedergegeben werden); die beiden Verbindungsstücke bieten nur die Axenfäden ohne Hülle, aber mit je einem distalen Centralkörperring, dar; der Übergang der noch unreifen und schmalen Axenfäden in die betreff. Halsstücke ist von Interesse, indem man ihre Verbreiterung nach vorn hin sieht; die Lage der grossen Seitenkörner an den Halsstücken stimmt ganz mit dem Verhalten des in Fig. 21 wiedergegebenen Spermiums überein. Die zwei Längsstreifen der Halsstücke in Fig. 22 stimmen auch mit den in Fig. 5, 9 und 10 der Taf. XLII abgebildeten reifen Spermien gut überein.

Endlich traf ich noch ein Doppelschwanzspermium in einem viel früheren Stadium an; es ist in Fig. 19 der Taf. XLIV abgebildet; man erkennt hier an den breiten Halsstücken die distalen Centralkörper; die proxima-

len liegen wahrscheinlich in der dunklen hinteren Randpartie des Kopfes verborgen. Einmal sah ich ausserdem ein Spermium, welches als ein Trippelschwanz aufgefasst werden musste; es war nämlich nur ein einziger Kopf nachweisbar, dessen hinterer Rand drei konkave Gruben darbot; es ist in Fig. 25 der Taf. XLIV abgebildet.

Cavia cobaya Marcgr.

(Taf. XLV, Fig. 1—14.)

Die Spermien von diesem, als Vertreter der Fam. Caviidae, so leicht zugänglichen zahmen Nagetier, sind schon lange der Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Die erste genauere Beschreibung des Kopfes und v. a. der Kopfkappe ist diejenige von Fürst (im J. 1887) [1], und er gab auch mehrere Abbildungen derselben; v. a. zeigte er, dass die Kopfkappe auch im reifen Stadium fortbesteht und eine relativ starke Grösse besitzt, indem sie vorn und an den Seiten den eigentlichen Kopf weit überragt und hinten mit einer queren Linie ungefähr bis zur Mitte des eigentlichen Kopfes reicht. Dieser letztere ist vorn abgerundet, hinten mit gerader Abstutzung versehen. Der ganze Kopf ist löffelförmig ausgehöhlt, abgeplattet und gebogen. Die Spermien liegen oft wie Löffel, dicht aneinander angereiht. Das Verbindungsstück, welches an den reifen Spermien nur undeutlich abgegrenzt erscheint, ist an den Hodenpräparaten leicht nachzuweisen.

E. Ballowitz [2]) stimmte hinsichtlich des Fortbestehens der Kopfkappe auch im reifen Stadium beim Meerschweinchen Fürst's Angabe vollständig bei; in seinen zwei Figuren von Köpfen dieses Tieres sieht man ferner, dass der Schwanz ganz schief am Kopfe befestigt ist.

In seiner ausgezeichneten Arbeit über die Spermatogenese bespricht M. v. Lenhossék [3]) gelegentlich auch diesen Prozess bei dem Meerschweinchen und schildert die Ausbildung der Kopfkappe. Er gibt dabei eine Abbildung des Kopfes einer reifen Spermie mit der grossen Kappe und dem in ihr eingeschlossenen Gebilde, das er das Akrosom nennt und »als das Homologon des kleinen Spitzenknöpfchens anderer Säugethiere, des Gebildes, das Jensen (1887) bei der Ratte als Hakenstäbchen beschrieben hat», betrachtet.

Es war aber eigentlich erst durch Meves' [4]) bahnbrechende Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spermien des Meerschweinchens, dass man eine wahre Kenntnis von denselben erhielt. Infolge seiner Untersuchungen gehören diese Spermien auch zu den am genauesten studierten im ganzen Tierreich. Eine Wiedergabe der ganzen Darstellung von Meves würde zu weit führen, weshalb ich hier auf die betreffenden Arbeiten des Verfassers hinweisen muss. Ausserdem hat auch Waldeyer in seinem zusammenfassenden Werke »Die Geschlechtszellen» in Oscar Hertwig's Handbuch eine eingehende Darstellung nach Meves geliefert. Ich beschränke mich deshalb hier auf ein ganz kurzes Referat, und dies um so mehr, als ich schon oben in der Einleitung über die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnisse vom Bau der Nagetierspermien über Meves' Ergebnisse eine ausführlichere Darstellung der wichtigsten Teile gegeben habe. Ich folge hier hauptsächlich Waldeyer's zusammenfassender Arbeit. Kopf und Kopfplatte sind abgeplattet und in entgegengesetzter Richtung gekrümmt, welche Krümmungen erst im Ductus deferens auftreten. Kopf und Kopfkappe sind ferner in gleicher Weise verdickt und verdünnt, die dickeren Teile nach hinten, die dünneren nach vorn gerichtet; die Seitenränder laufen fein zugeschärft aus. Die verschiedene Färbbarkeit des vorderen und hinteren Kopfabschnittes beruht wohl zum Teil auf den Dickenverschiedenheiten. Meves unterscheidet am Kopf eine »Bauchseite» (ventrale Fläche), an der die Konkavität des Kopfes liegt, und eine »Rückenseite» (dorsale Fläche), wo sich die Konvexität desselben findet. Der hintere Rand des Kopfes ist mit einer Querfurche versehen; der Hals des Spermiums ist nicht in dieser Furche angeheftet; diese Anheftung geschieht scheinbar mit einer griffelförmigen Spitze; in Wahrheit ist der Schwanz mittelst des Halsstückes angeheftet, welches aus vier feinen Fäden, den Centrosomfäden (Waldeyer), besteht; diese Fäden beginnen am Kopfe mit 3 Endknöpfchen, und zwar mit einem Knöpfchen für jeden lateralen und mit einem für die beiden mittleren Fäden. Sämtliche 4 Fäden enden am Verbindungsstücke, hinter dem Beginne der Spiralhülle, mit leichten Verdickungen. Die dorsale Kopfkante trägt eine stäbchenförmige Bildung, welche in der Kantenansicht erscheint und »Centrosomenabkömmlinge» darstellt (Waldeyer). Die beiden mittleren Fäden divergieren nach hinten ventral und nach vorn dorsal; sie sind durch eine anscheinend weiche, homogene Zwischenmasse verbunden. Das Verbin-

---

[1]) Carl M. Fürst, *Bidrag till kännedomen om sädeskropparnas struktur och utveckling.* Nord. Medicinskt Arkiv, Band 19, Nr 1, 1887.

[2]) E. Ballowitz, *Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugethierspermatozoen*, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd LII, 1891.

[3]) M. v. Lenhossék, *Untersuchungen über Spermatogenese.* Archiv f. mikrosk. Anat. u. Entwickl., Bd LI. 1898.

[4]) Fr. Meves, *Über Struktur und Histogenese der Samenfäden des Meerschweinchens.* Archiv f. mikrosk. Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Bd 54, 1899. Sowie in Merkel-Bonnet's Ergebnissen, XI. Band, 1901 (1902).

dungsstück ist kaum $1^1/_2$ Mal so lang als der eigentliche Kopf, hinten deutlich abgesetzt und mit feinen Körnchen versehen, welche auf eine Spiralfaser hindeuten. Das Hauptstück ist ziemlich lang, verschmälert sich nach hinten hin und zeigt als hintere Abschliessung ein abgesetztes, feines Endstück.

Nach dieser Darstellung der Beschreibungen von Fürst, Meves und Waldeyer hinsichtlich des Baues der reifen Spermien von Cavia cobaya, kann ich mich auf eine kurzgefasste Schilderung meiner eigenen Befunde beschränken.

Die Fig. 1 der Taf. XLV gibt ein vollständiges solches reifes Spermium in der von mir gewöhnlich benutzten Vergrösserung wieder (Zeiss' Apochrom. Hom. Imm. 2 mm Ap. 1,30 + Komp. Ok. 12, 3 Mal linear vergröss.). Der Kopf mit der Kopfkappe, welcher in der normalen Lage schief gegen den Schwanz gestellt ist, ist hier plan gelegt. Der eigentliche Kopf ist breit oval, hinten aber quer abgestutzt mit etwas abgerundeten Ecken; und der Schwanz ist in der unmittelbaren Nähe der einen Ecke befestigt. Wie bei anderen Spermien, wo eine solche Anordnung vorkommt, will ich die Kante, in deren Nähe der Schwanz sich ansetzt, als die *dorsale* und die entgegengesetzte als die *ventrale* bezeichnen. Ich betone dies hier, weil Meves und Waldeyer, wie oben angegeben wurde, die zwischen diesen Kanten gelegenen *Flächen* die dorsale und ventrale benennen, was ich mit Rücksicht auf die früher auf die Spermien applizierte Anwendung dieser Bezeichnungen als nicht glücklich betrachte. In den meisten Fällen ist der Kopf an der ventralen Kante etwas mehr hervorgebuchtet (Fig. 4, 5, 10, 14) als an der dorsalen. Wie Fürst, Meves und Waldeyer geschildert haben, ist der eigentliche Kopf gebuchtet, und zwar mit der Konkavität gegen diejenige Seite, nach welcher er umgebogen ist, was besonders bei der Betrachtung des optischen Längsdurchschnitts von der Kante her wahrnehmbar ist (Fig. 6); diese Buchtung scheint in meinen Osmium-Kaliacetat-Präparaten etwas geringer als in denjenigen von Meves gewesen zu sein; die letzteren waren mit Hermann'scher Mischung und Xylol-Balsam behandelt.

Die bei diesen Tieren bekanntlich grosse Kopfkappe steigt mit ihrem unteren quer über den Kopf verlaufenden Rand nicht so weit nach hinten als bei Cynomys, sondern reicht gewöhnlich ungefähr bis zur Mitte des eigentlichen Kopfes (Fig. 1, 4, 5, 8, 10). Sie steigt nach vorn hin ungefähr eine halbe Kopflänge hervor und bildet einen grossen, vorn abgerundeten Schirm, welcher auch an den beiden Seitenpartien die Kopfkanten weit überragt und sich mit schön gebogenem Rand, allmählich verschmälert, beiderseits zu der Ansatzstelle am eigentlichen Kopf senkt. Der freie Schirm der Kopfkappe ist aber, wie Meves zeigte, nicht nur in einem ausgesprochenen Winkel zur Kopfplatte gestellt, sondern sogar in entgegengesetzter Richtung gebogen und ausgehöhlt. Die Fig. 6 zeigt sie im optischen Durchschnitt in normaler Kantenlage. Man sieht in diesem optischen Durchschnitt (Fig. 6, 3), dass sie mit dem freien Rande umgebogen ist und scharf zugespitzt endigt; in ihr bemerkt man auch den stabähnlichen Durchschnitt einer dichteren Scheibe, welche von einer anderen, loseren, protoplasmaartigen Substanz eingeschlossen ist; diese Substanz ist an der konvexen Seite des Kopfkappenschirmes viel dichter (Fig. 6, 3) und bildet (im optischen Durchschnitt) eine kissenähnliche Erhabenheit; im übrigen nimmt man in der Substanz der Kopfkappe keine weitere Struktur wahr; sie scheint eher homogen und glänzend zu sein. Die Kappe kann sich vom Kopfe mehr oder weniger erheben (Fig. 4, 8) und natürlich auch ganz ablösen.

Im Kopfe der reifen Spermien selbst sieht man, wie gewöhnlich, keine eigentliche Struktur. Die Scheibe verdickt sich nach hinten hin und nimmt infolgedessen, wie Meves bemerkt, in ihrer hinteren Partie kernfärbende Substanzen stärker auf; eine wirkliche Abgrenzung in eine vordere und hintere Partie konnte ich aber nicht wahrnehmen; wenn die Kappe noch erhalten ist, färbt sich jedoch oft die hintere Partie bis zur Kappengrenze stärker als die vordere, von ihr bedeckte Partie. Im optischen Durchschnitt bemerkt man indessen der Länge der Kopfscheibe nach eine eigentümliche Linie, welche die Scheibensubstanz gewissermassen der Länge nach in zwei Partien teilt (Fig. 6, 3). Es ist aber sehr schwer, diese Bildung richtig zu verstehen, und es ist möglich, dass die Linie von einer optischen Täuschung herrührt.

Am Ansatze des Schwanzes erkennt man nach gut gelungener Färbung und in bester Flächenlage des Kopfes die von Meves beschriebenen drei Körnchen, welche dem *proximalen Centralkörper* angehören (Fig. 5), und von ihnen ziehen drei feine Streifen nach hinten, einer vom mittleren Körnchen, in der Mitte, und einer an jeder Kante des konisch verbreiterten hellen Halsstücks. Hier findet sich aber der eigentümliche, schon von Meves erkannte Körper, welcher genetisch zu den 3 Körnchen gehören soll; er färbt sich aber nach sonst gelungener Färbung mit Hämatoxylin nicht dunkel, sondern behält eine helle, glänzende Farbe; in verschiedenen Lagen bietet er eine etwas verschiedene Gestalt dar. Im optischen Längsdurchschnitt (Fig. 6) sieht er wie ein hervorragender konischer Zapfen aus; wenn aber der Kopf durch die Präparation in dieselbe Richtung wie der Schwanz gebracht

ist (Fig. 3), liegt dieser Körper dicht am Halsstück als ein vom Kopfe einseitig nach hinten hinabragender Tropfen. Bei den Spermien, welche mit dem Kopfe in der Flächenansicht liegen, erscheint der Körper in bester Lage als ein quer gestellter, scharf konturierter, glänzender, ovaler, etwas abgeplatteter Tropfen (Fig. 7); an Köpfen, welche vom Schwanze abgelöst sind, findet man ihn nicht selten noch am hinteren Umfang des Kopfes haftend (Fig. 8); von der entgegengesetzten Fläche her (Fig. 1, 2, 4) sieht man diesen Körper an beiden Seiten des ihn in der Mitte bedeckenden Halsstücks hervorragen. Mir blieb leider trotz aller Bemühungen die Bedeutung dieses Körpers dunkel.

Das *Halsstück* selbst, welches in der Flächenansicht des Kopfes breit und, nach Ablösung der Hülle des Verbindungsstücks, sich nach hinten hin konisch verschmälernd erscheint (Fig. 5), zeigt sich in der Kantenlage des Kopfes auffallend schmäler und zugespitzt (Fig. 3, 6), wobei es sich gerade hinter der konkaven Seite des Kopfes befestigt, wie Meves dies beschrieben hat.

Das *Verbindungsstück* ist nicht viel länger als der eigentliche Kopf (ungefähr $1^1/_4$—$1^1/_3$ desselben), ziemlich schmal, etwas abgeplattet cylindrisch mit ebener Oberfläche und hinten gegen das Hauptstück ziemlich scharf abgesetzt. An der Grenze bemerkt man mehr oder weniger deutlich einen Querstrich, an dessen Enden je ein Körnchen erscheint (Fig. 1, 2), welche Körnchen die optischen Durchschnitte der Jensen'schen Querscheibe oder des distalen Centralkörperringes darstellen. In der Hülle selbst bemerkt man nur undeutlich an den beiden Rändern je eine Reihe von Körnchen, welche der spiraligen Anordnung in der Hülle entsprechen, sei es dass diese Punkte Körnchen sind oder, was wohl wahrscheinlicher ist, wirklich eine Spiralfaser ausmachen. In den jüngeren Stadien findet man indessen auch beim Meerschweinchen um den Axenfaden des Verbindungsstücks einen Beleg von gleichgrossen runden hellen Körnern, welche offenbar den bei anderen Säugetieren vorkommenden v. Brunn'schen Körnern entsprechen. An dem in Fig. 9 abgebildeten Spermium ist ein Teil dieser Körner abgelöst und weggefallen. In Fig. 10 liegt ein interessanter Fall vor, wo sich an den hinteren Partien des Verbindungsstücks die Körner um den Axenfaden als Beleg angeordnet haben, am vorderen Teil aber diese Anordnung noch nicht eingetreten ist, sondern nur ein körniger Protoplasmaklumpen ihn einhüllt. Der letzte Rest dieses Protoplasmas bleibt in der Regel noch am reifen Spermium als ein seitlicher Buckel (Fig. 1) oder als ein umschliessender Ring (Fig. 3, 6, 7), welcher aber auch weit nach vorn liegen kann (Fig. 4), zurück.

Beim Studium des Centralkörperapparats der unreifen Spermien erhielt ich einige Bilder, welche mir von Interesse zu sein schienen, weshalb ich von ihnen drei Figuren auf der Tafel mitteile. Die Fig. 11, 12 und 13 stellen alle ein Stadium dar, in welchem der distale Centralkörperring noch nicht nach hinten gewandert ist; im optischen Durchschnitt zeigt er sich in der Gestalt zweier noch ziemlich grosser Körner; vor ihm liegt in Fig. 11 das grosse seitliche distale Korn, und vor diesem findet sich der proximale Centralkörper in der Form zweier noch grösserer Körner; wahrscheinlich liegt zwischen und hinter diesen noch ein mittleres Korn; von dem einen seitlichen (ventralen) Korn läuft ein kurzes Stäbchen hinaus und zwischen allen Centralkörperkörnern findet sich eine hellere verbindende Substanz. In den Fig. 12 und 13 sind die Körner des proximalen Centralkörpers färberisch nicht deutlich differenziert, sondern sie bilden ein zusammenhängendes Kissen, wahrscheinlich in Verbindung mit dem eigentümlichen ovalen Körper an der Seite des Halsstücks. Von diesem proximalen Centralkörper läuft nun auch nach aussen-hinten (ventralwärts) ein Stäbchen hinaus, welches dem von Meves entdeckten entspricht; ich habe es deshalb als das Meves'*sche Stäbchen* bezeichnet. In Fig. 12 und 13 erkennt man dann noch, obwohl etwas verkleinert, das vordere seitliche Korn des distalen Centralkörpers und in Fig. 13 diesem Korn gegenüber ein anderes Körnchen, welches wohl auch dem distalen Körper angehört. Schliesslich ist hier zu bemerken, dass in Fig. 12 der Axenfaden des Verbindungsstückes in *zwei* parallele Fäden getrennt ist, was dem Verhalten bei so vielen anderen Säugetierspermien entspricht.

Beim Meerschweinchen traf ich auch, obwohl selten, *Doppelschwanz*spermien an. Die Fig. 14 stellt ein solches Spermium dar. Der Bau derselben stimmt mit dem der normalen Spermien im übrigen so überein, dass ich nur auf die Abbildung hinzuweisen brauche. Bekanntlich legen sich, wie auch Fürst bemerkt hat, die Spermien von Cavia »löffelförmig« dicht aneinander, so dass man zuweilen verleitet werden kann, doppel- und noch mehrschwänzige Spermien anzunehmen, wo nur eine solche Aneinanderfügung einschwänziger Spermien vorliegt. In dem hier abgebildeten Falle, wie auch bei noch einigen anderen, konnte ich mich aber sicher davon überzeugen, dass wahre Doppelschwänze vorlagen, und zwar von derselben Art, wie ich sie bei Cynomys beschrieben habe.

Mus musculus L.

(Taf. XLVI.)

Die Spermien der gewöhnlichen Hausmaus sind natürlich oft der Gegenstand von Untersuchungen gewesen, und zwar sowohl hinsichtlich der Spermiogenese, als des Baues der reifen Spermien. In der Literatur findet man aber nur spärliche Angaben hierüber.

In der Abbildung, welche Leydig [1]) im J. 1883 von diesen Spermien gab, scheint er indessen im Verbindungsstück in der Tat eine Spiralfaserbildung dargestellt zu haben und einen Spiralsaum anzunehmen.

Der erste aber, welcher zur genaueren Erforschung der Spermien der Maus beitrug, war v. Brunn [2]). In seiner schon oben ausführlich referierten Abhandlung vom J. 1884 gab er Abbildungen sowohl von einer vollständigen reifen Spermie als von drei unreifen aus dem Hoden. An der erstgenannten erkennt man den beilförmigen Kopf mit einem Randsaum und mit zurückgebogener Spitze, ferner das relativ lange Verbindungsstück ohne erkennbare Struktur, das lange Hauptstück und das kurze Endstück. Bei den unreifen sieht man am Verbindungsstück entweder eine deutliche Querstreifung, welche er eher geneigt war, für eine Ringbildung, als eine Spiralbildung anzusehen; in noch jüngeren Stadien sah er das Verbindungsstück von einem grossen Protoplasmaklumpen umgeben und zunächst an dessen Axenfaden Protoplasmakörner zu einer Hülle dicht gedrängt angesammelt; es sind diese Körner, welche nach ihm mit einander verschmelzen und die Querringe bilden.

Dann gab Fürst [3]) von dem Kopfe und der Kopfkappe der Mausspermien zwei Figuren. Er fügte aber hinzu, dass es ihm nicht gelungen sei, an den reifen Spermien eine besondere Kappe wahrzunehmen; die Spitze ist aber so fein, dass sie sogar gefärbt nicht gesehen werden könne. Der Kopf ist beilförmig, aber breiter als bei der Ratte. In Hodenpräparaten erkennt man im Verbindungsstück nicht ganz reifer Spermien eine Spiralfaser, welche der von Jensen bei der Ratte gesehenen ähnelt; an solchen unreifen Spermien bildet Fürst eine weite Kopfkappe ab, die er aber nicht abzulösen vermochte; er drückt die Vermutung aus, dass auch das reife Spermium, wie bei der Ratte, eine Kopfkappe trägt.

In seiner Abhandlung »Beiträge zur Histologie des Hodens» (1889) gab Fr. Hermann [4]) einige wichtige Beiträge zur Kenntnis der Spermiogenese, und zwar bei der Maus, besonders hinsichtlich der Centralkörperfrage, wobei er auch die Frage von der Umwandlung der Spermiden zu Spermien besprach.

E. Ballowitz [5]) nennt auch unter den von ihm untersuchten Tieren Mus musculus; ich finde aber weder an seinen Tafeln noch in dem Texte eine Darstellung und Beschreibung dieser Spermien.

Niessing [6]) bildete in seiner Abhandlung über die Centralkörper und die Sphäre auch Kopf und Verbindungsstück der reifen Mausspermie ab. Er fand hier das von Jensen bei der Ratte entdeckte Stäbchen an der Spitze des Kopfes wieder. Dieser »Spitzenknopf» sowie ein Teil des Kopfes ist überzogen von der ziemlich eng anliegenden Kopfkappe, die an der konvexen Kante weiter herabreicht. Die Grenze der Kappe ist deutlich markiert; an der konkaven Seite ist hinter derselben ein kleiner Ausschnitt sichtbar; er wird gebildet von der hinteren Kontur der Kappe und der vorderen Kante des an dieser Stelle sich verjüngenden eigentlichen Kopfes. Am Verbindungsstück erkannte Niessing sowohl an Präparaten aus dem Hoden als auch an solchen aus dem Nebenhoden die von Jensen beschriebene Spirale, sowie innerhalb der Spirale einen Axenstrang; an den allermeisten Spermien aus dem Nebenhoden war aber keine Spirale mehr nachzuweisen.

Schliesslich hat Benda in einer Reihe von Mitteilungen den Aufbau und die Zusammensetzung der Hülle des Verbindungsstücks bei den Säugetierspermien behandelt. Er hat dabei ganz besonders die Spermien der Hausmaus zur Untersuchung benutzt. Ohne von der Darstellung v. Brunn's zu wissen, beschrieb Benda von neuem die v. Brunn'schen Körner in der genannten Hülle sowie ihren Übergang in die Spiralfaser. Durch die von ihm erfundene Färbungsmethode gelang es ihm, die Körner (die Mitochondrien) zu färben und sie aus den früheren Entwicklungsstadien der Spermiden zu verfolgen. In seiner Übersicht »Die Mitochondria» in Merkel-Bonnet's Ergebnissen f. d. Jahr 1902 hat er auch einige Abbildungen der Mausspermien gegeben, welche schon im Jahre vorher (1901) auch in Waldeyer's »Die Geschlechtzellen» veröffentlicht wurden.

---

[1]) Fr. Leydig, *Untersuchungen zur Anatomie und Histologie der Thiere.* Bonn. 1883.

[2]) Max v. Brunn, *Beiträge zur Kenntniss der Samenkörper und ihre Entwicklung bei Säugethieren und Vögeln.* Archiv f. mikrosk. Anat. 23. Bd, 1884.

[3]) Carl M. Fürst, *Bidrag till kännedomen om sädeskropparnas struktur och utveckling.* Nord. Med. Arkiv, Band 19, 1887.

[4]) Fr. Hermann, *Beiträge zur Histologie des Hodens.* Archiv f. mikroskop. Anatomie, 34. Band, 1889.

[5]) E. Ballowitz, a. a. O. 1891.

[6]) Carl Niessing, *Die Betheiligung von Centralkörper und Sphäre am Aufbau des Samenfadens bei Säugethieren.* Archiv f. mikrosk. Anatomie und Entwicklungsgeschichte, 48. Band, 1897.

Auf der Taf. XLVI habe ich nun aus meinen eigenen Untersuchungen eine Anzahl von Abbildungen der Spermien der Maus in reifen und beinahe reifen Stadien zusammengestellt.

Die Fig. 1 stellt eine vollständige reife Spermie dar. Man erkennt hier die für diese Spermien so charakteristische Gestalt des *Kopfes*, nämlich die Beilform mit starker Konvexität des einen Randes, den man als den *ventralen* bezeichnet, und mit konkavem *Dorsalrand*, indem sich die vordere schmale Spitze stark dorsalwärts umbiegt. Der ventrale Rand steigt weit nach hinten, neben dem vorderen Ende des Schwanzes, um sich dann wieder nach vorn umzubiegen und eine hakenförmige Ansatzstelle für den Schwanz zu bilden. An dem dorsalen Rand bemerkt man, etwas hinter der Mitte, einen halbrunden Einschnitt, welcher dem von Niessing beschriebenen entspricht. Vom vorderen Rande dieses Einschnitts geht nun ventralwärts und nach hinten eine schwach nach hinten hin konkav gebogene Linie bis zum ventralen Rand fort, welche den von den Autoren geschilderten hinteren Rand der *Kopfkappe* darstellt.

In dieser Darstellung habe ich also den Kopf mit in situ befindlicher Kopfkappe von der einen, »linken», Seite oder Fläche her in seinem Umfang beschrieben; an dieser Fläche sieht man hinter der hinteren Grenzlinie der Kopfkappe keine weitere Struktur; an der vor derselben gelegenen Partie (Fig. 1 von der linken, Fig. 2 von der rechten Seitenfläche) erkennt man, dass die Kopfkappe an beiden Rändern weiter hervorragt als der eigentliche Kopf selbst; in Fig. 1 ist die innere hellere Partie am linken Rande der eigentliche Kopf, die linke schmale halbmondförmige Partie stellt die Randpartie der Kopfkappe dar, und rechts sieht man einen Saum, welcher von dem Niessing'schen Ausschnitt, hinten dunkler, vorn heller, nach vorn hin bis zum umgebogenen Spitzenteil, allmählich verschmälert, reicht. Der nach vorn hin sich verengernde eigentliche Kopf biegt sich nämlich, wie oben erwähnt, mit seiner Spitze gekrümmt und von der Kappenspitze umgeben, dorsalwärts um. An seiner hinteren Kante bemerkt man ein etwas gebogenes Stäbchen, welches, wie Niessing bemerkt, dem zuerst von Jensen bei der Ratte entdeckten Stäbchen, das ich deshalb als das Jensen'sche *Stäbchen* bezeichnen will, entspricht. Dies Gebilde färbt sich nach Osmium-Rosanilinbehandlung intensiv rot, während der eigentliche Kopf und die Kopfkappe nur äusserst schwach davon tingiert werden. Mit Zenker-Heidenhain behandelt, färbt es sich schwarz und behält die Farbe bei der Differenzierung lange. Das etwas dickere hintere (innere) Ende des Stäbchens ragt in die eigentliche Kopfsubstanz etwas hinein, und man kann in der Tat dies Stäbchen als eine Art Spiess oder Spitzenstück (Perforatorium) betrachten. Nach der freien Kopfspitze hin verdünnt sich das Stäbchen allmählich und reicht bis in das Ende der Spitze hinein.

Bevor ich aber die Flächenansicht verlasse, will ich indessen noch einmal den Niessing'schen Ausschnitt besprechen; dieser Autor sagt nämlich, dass der Ausschnitt hinten (und innen) »von der vorderen Kante des an dieser Stelle sich verjüngenden eigentlichen Kopfes» gebildet wird. Nach meiner Erfahrung aber ragt an dem hinteren Umfang des Ausschnittes ein dreieckiger spitzer Fortsatz hinaus (Fig. 1 und 2), welcher nicht dem eigentlichen Kopf, sondern einer den Kopf umgebenden Hülle angehört; man sieht nämlich an der Basis des Fortsatzes den beinahe geraden, oder nur sehr wenig gebogenen dorsalen Rand des eigentlichen Kopfes nach hinten hin verlaufen. Auch beim reifen Spermium findet sich in der Tat an der hinteren Partie des Kopfes eine sehr dünne Hülle, welcher der genannte Ausschnitt angehört; diese Hülle setzt sich vorn in die Kopfkappe fort, d. h. sie verdickt sich an der queren Grenzlinie und bildet an der vorderen Kopfpartie die Kopfkappe.

Dass der Kopf mit seiner Kopfkappe abgeplattet ist, kann man schon aus der Flächenansicht entnehmen. Dies wird aber durch die Kantenansicht ganz klar. Die Fig. 3 stellt eine solche von der ventralen Kante her dar. Hier sieht man, dass der Kopf im ganzen schmal und abgeplattet erscheint, aber in den hinteren Teilen etwas dicker ist und sich nach vorn hin allmählich noch mehr verjüngt, d. h. noch platter wird. In dieser Ansicht bemerkt man ferner, dass der Kopf mit seiner Kappe nicht ganz gerade, sondern etwas gewunden ist, indem er, von der Ventralkante betrachtet, von hinten gerechnet sich von rechts nach links dreht, um sich dann mit dem Spitzenteil wieder S-förmig nach rechts zu drehen und nach hinten und aussen auszulaufen.

Was nun die Verhältnisse bei der Ausreifung des Kopfes betrifft, so dürfte es hinreichend sein, auf die Figuren der Taf. XLVI hinzuweisen. In Fig. 19 liegt ein ziemlich frühes Stadium vor, in welchem die Kopfkappe vorn noch gross ist. In Fig. 17 ist die Kopfkappe ganz abgelöst, und der eigentliche Kopf liegt nackt vor. In Fig. 15 und 16 ist die Kappe schwächer ausgebildet und der dorsale Ausschnitt noch nicht vorhanden; ebenso in Fig. 14. In Fig. 20 ist der Ausschnitt sehr ausgeprägt und deutlich; ebenso in Fig. 4.

An dem hinteren queren Absatz nach hinten von der dorsalen Kante bemerkt man nun bei reifen Spermien den *proximalen Centralkörper*. Nach der Behandlung mit Osmium-Rosanilin tritt dieser in der Gestalt zweier dicht

nebeneinander liegender, etwa gleich grosser roter Körner hervor (Fig. 1, 2, 4). Nach der Behandlung mit Zenker-Heidenhain erscheinen diese zwei Körner, wie gewöhnlich, kleiner, geschrumpft, aber auch als zwei nebeneinander gelegene, nun schwarze Körner (Fig. 20). In nicht ausgereiften Stadien findet man aber dicht hinter ihnen noch ein Körnchen (Fig. 15, 16, 17). Wenn der Kopf abgelöst ist, erkennt man am vorderen Schwanzende (Fig. 18) des unreifen Spermiums die erwähnten beiden vorderen Körner und hinter ihnen noch das dritte, alle in dem verdickten Halsstück liegend. Es scheint, als ob dies hintere laterale Korn, welches einem ähnlichen, bei vielen anderen Säugetierspermien, besonders im unreifen Stadium, vorkommenden zum distalen Centralkörper gerechneten Korn zu entsprechen scheint, später reduziert oder den Blicken ganz entzogen werde. In den Fig. 14, 15 und 16 ist es noch ganz deutlich. In dem ausgereiften Stadium (Fig. 1, 2, 4, 20) sieht man es nicht mehr, sondern nur die zwei vordersten Körner, welche als proximale aufzufassen sind. Im Zusammenhang hiermit will ich auch den hinteren Teil des *distalen Centralkörpers* besprechen, die Jensen'sche *Querscheibe* oder den Ring. Dieser Teil wandert schon früh nach hinten und bleibt, wie gewöhnlich, zuletzt am hintersten Ende des Verbindungsstücks liegen; er ist schon von Anfang an von ziemlich geringem Umfang (Fig. 14, 15, 16, 17) und reduziert sich immer mehr, so dass man ihn am reifen Spermium kaum oder gar nicht mehr wahrzunehmen vermag (Fig. 1, 2, 4, 9).

Was nun das *Verbindungsstück* selbst betrifft, so stellt es im reifen Zustande (Fig. 1, 2, 3) einen relativ dicken, an beiden Enden etwas verschmälerten Stab dar, welcher $2^1/_2$ bis 3 mal so lang als die ganze Kopflänge ist (etwa 4 mal so lang als der Längsdiameter des Kopfes vom Schwanzansatz an). Wie Niessing u. a. angegeben haben, erkennt man an den ganz reifen Spermien in den Ausführungsgängen des Nebenhodens und der Vasa deferentia keine Struktur in der Hülle des Verbindungsstücks (Fig. 9, 10). In gut gelungenen Präparaten und bei scharfer Betrachtung nimmt man aber mehr oder weniger deutlich wahr, dass bei manchen Spermien beiderseits an dem Rande des Stückes in regelmässigen Abständen je eine Reihe von alternierenden dunkleren Körnchen vorhanden ist, und ferner auch, dass diese Körnchenreihen optische Durchschnitte eines feinen Spiralfadens darstellen, wie ihn Leydig (1883) und v. Brunn (1884) wahrnahmen, obwohl der letztere nicht entscheiden konnte, ob er einer Spiral- oder Ringbildung entspreche, während später Niessing (1897) ihn als Spiralbildung sicher auffasste, nachdem Jensen im J. 1887 bei der Ratte und Ballowitz (1891) bei verschiedenen Säugetieren die Spiralfaserbildung festgestellt hatten.

Bei den ganz fertigen Spermien (Fig. 1, 3) sehe ich die Spiralfaserschlingen im allgemeinen weniger dicht als bei den nicht ganz ausgereiften (Fig. 2); bei den ganz reifen zählte ich etwa 30 Windungen, bei den nicht ganz reifen gegen 40. Diese Spiralfaser liegt in einer sonst homogen erscheinenden Hülle eingebettet, und zwar in ihrer Randschicht, oder auch an ihrer Oberfläche (Fig. 3), zuweilen sogar ganz auf derselben (Fig. 5). Hier und da trifft man unter den Spermien mit dem Verbindungsstück von der eben beschriebenen Beschaffenheit andere, bei welchen die Hülle dieser Partie wie in der Fig. 4 gestaltet erscheint, nämlich mit einer scharf ausgeprägten, dickeren Spiralfaser, an welcher die Zwischensubstanz mehr oder weniger reduziert ist; bei der in Fig. 4 abgebildeten Spermie ist die fragliche Hülle mit der Spiralfaser auch an einer Stelle zerrissen, wodurch der innerhalb desselben befindliche Axenfaden blossgelegt worden ist. Spermien mit der Spiralfaser von diesem Typus kommen besonders oft in Hodenpräparaten vor, aber auch in den Nebenhoden-Kanälen trifft man sie nicht selten; sie sind dann wahrscheinlich als nicht ganz ausgereift zu betrachten. Die in den Fig. 1—5 abgebildeten Spermien waren mit Osmium-Rosanilin behandelt. Die mit Zenker-Heidenhain behandelten reifen Spermien zeigen auch entweder eine homogen und schwarz erscheinende Hülle oder auch eine mehr oder weniger scharf hervortretende Spiralfaser (Fig. 20, 21); die Hülle ist aber dann, wie die ganzen Spermien, durch die Behandlung (Xylol, Damarlack) auffallend geschrumpft, wie dies auch ganz besonders am Kopfe merkbar ist.

An den noch unreifen Spermien (Spermiden) der Hodenpräparate findet man dann die von v. Brunn gerade bei der Maus zuerst beschriebenen Körner als eine um den Axenfaden des Verbindungsstücks angeordnete Bedeckung: in diesem Stadium ist, wie v. Brunn und Benda es dargestellt haben, das Verbindungsstück ausserdem von einem mehr oder weniger dicken sackartigen Protoplasmamantel umgeben; auf meiner Tafel XLVI ist dieser Sack nicht wiedergegeben, sondern nur das aus ihm ausgelöste Verbindungsstück mit der Hülle der v. Brunn'schen Körner. Die Fig. 12 stellt ein solches Verbindungsstück dar. Man sieht hier die Körner einen ganz zusammenhängenden Beleg um den Axenfaden bilden, und zwar weit dichter und regelmässiger als in den betreffenden Figuren v. Brunn's (Fig. 5 und 6 der Taf. VII in der Abhandlung dieses Forschers), wo die Körner ziemlich weit von dem Axenfaden und zugleich zerstreut liegen, keinen zusammenhängenden Beleg bildend. In Benda's Figuren ist dies auch, z. T. noch mehr, der Fall; seine dunkel gefärbten Mitochondrienkörner, welche noch dazu auffallend klein im Verhältnis zur Länge und Breite des Verbindungsstücks erscheinen, liegen sehr zerstreut und die Anordnung der Körner in der Hülle ist gar

zu unregelmässig dargestellt; diese Anordnung tritt nämlich früh ein und ist sehr charakteristisch; in Benda's, wie auch in v. Brunn's, Figuren sieht man diese Regelmässigkeit erst im Stadium der eigentlichen Spiralfaser.

Es kommt aber hin und wieder vor, dass die Körner durch die Präparation aus ihrer Lage gelöst und in wechselnder Weise zu Haufen zusammengeschoben werden. Die Fig. 14 stellt ein solches Spermium dar. Die meisten Körner sind hier zu einem Haufen zusammengeballt und offenbar durch eine sie verbindende Kittsubstanz aneinander geklebt. Sie sind meistenteils von derselben Grösse, doch sind auch einzelne Körner etwas grösser als die Mehrzahl; in dieser Figur sieht man auch, dass der — in Fig. 15 ganz entblösste, einfach erscheinende — Axenfaden aus zwei parallelen Fäden besteht. Dies ist in der Fig. 16 noch deutlicher, und in Fig. 17 ist er in drei Fäden aufgelöst; schon längst haben ja auch Jensen bei der Ratte und Ballowitz bei noch vielen anderen Säugetieren zur Evidenz dargelegt, dass der Axenfaden in eine Anzahl von Fäserchen zersplittert werden kann, d. h. fibrillär aufgebaut ist.

Was nun die aus v. Brunn'schen Körnern bestehende Hülle betrifft, so ordnen sich allmählich die Körner zu einer Spirale, wobei man sie etwas hinausragen sieht (Fig. 11, 13), und dann legen sie sich immer mehr zu einer zusammenhängenden Faser aneinander (Fig. 6), bis sie die oben geschilderte Spiralfaseranordnung bilden. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind aber die Körner in dieser Faser noch individuell vorhanden, obwohl dies in den Präparaten nicht demonstriert werden kann; es ist dies deshalb wahrscheinlich, weil bei verschiedenen anderen Säugetieren, v. a. bei den Marsupialiern, die Körner auch bei den reifen Spermien ihre Individualität vollständig behalten und nicht zu einer Spiralfaser scheinbar verschmelzen.

Hier oben ist von dem *Halsstück* noch wenig die Rede gewesen. In der Tat sieht man am reifen Spermium (Fig. 1, 2, 4, 20) hinter dem proximalen Centralkörperpaar ein kurzes, schmales, helles Stück, in welchem keine weitere Struktur bemerkbar ist; wenn aber die Hülle des Verbindungsstücks abgelöst ist, sieht man oft deutlich, dass der Axenfaden entweder als einfacher Strang (Fig. 14, 15, 16) bis zu den Centralkörpern hervordringt, oder als in Fäden aufgelöst (Fig. 17) bis dahin reicht.

Das *Hauptstück* des Schwanzes (Fig. 1) ist etwa $3^3/_4$ mal so lang als das Verbindungsstück; es fängt vorn schmäler als dieses an und verschmälert sich immer mehr nach hinten hin, um schliesslich, deutlich abgesetzt, in ein feines helles *Endstück* überzugehen, welches etwas mehr als $^1/_5$ so lang wie das Verbindungsstück ist. Das Hauptstück besteht aus einem schmalen Axenfaden (Fig. 7. 8) und einer diesen umgebenden, vorn ziemlich dicken Hülle. Diese Hülle erscheint gewöhnlich homogen, strukturlos, aber nach passender Maceration tritt in ihr nicht selten eine mehr oder weniger deutliche Querringelung auf (Fig. 15, 14), und in einzelnen Fällen bemerkt man auch eine mehr oder weniger deutliche Spiralanordnung (Fig. 7, 22), so dass eine solche sogar wahrscheinlich ist; bei der Ratte und bei mehreren anderen Säugetieren ist schon längst eine solche nachgewiesen. Zuweilen sieht man diese Ringe oder Windungen sogar an der Oberfläche des Hauptstücks hinausragen (Fig. 17). Dass die fragliche Spiralfaser des Hauptstücks nicht mit der Spiralfaser des Verbindungsstücks, ebensowenig wie bei der Ratte, der Fledermaus u. s. w., zusammenhängt und mit ihr morphologisch zu tun hat, ist auch bei der Maus offenbar.

Mus agrarius Pallas.

(Taf. XLVII, Fig. 1 –12.)

Wie oben schon bemerkt wurde, bemühte ich mich, von den Murideen so viele Vertreter, als möglich war, in Bezug auf die Spermien untersuchen zu können. Es gelang mir vom Genus Mus aber, abgesehen von M. musculus und M. norvegicus, nur den M. agrarius und den M. sylvaticus mit Spermien versehen lebendig zu bekommen. Zwar untersuchte ich noch eine Anzahl anderer zur Fam. der Murideen angehöriger Tiere, die in Alkohol und in Formalin gehärtet waren, konnte aber von ihnen keine hinreichend gute Präparate von Spermien erhalten.

Die Spermien von Mus agrarius ähneln im ganzen denen von Mus musculus in hohem Grade, so dass es sich nicht lohnt, sie eingehender zu beschreiben. Ich werde mich deshalb darauf beschränken, nur die bemerkenswerteren Verschiedenheiten hervorzuheben.

Die Grössenverhältnisse der beiden Spermienarten sind im ganzen ungefähr dieselben; das Hauptstück des Schwanzes ist jedoch bei M. agrarius etwas kürzer. Die Gestalt des Kopfes ist bei M. agrarius etwas verschieden von derjenigen des M. musculus. Sie ist zwar auch abgeplattet und beilförmig, aber etwas breiter, und die vordere Spitze ist auffallend viel länger und kräftiger; wie die Fig. 1 und 2 zeigen, reicht die stark zurückgebogene Spitze ungefähr bis zur halben Länge des Kopfes. Die Kopfkappe bedeckt auch bei M. agrarius die vordere

Partie des Kopfes samt dessen Spitzenteil und steigt an der ventralen, konvexen Kante des Kopfes mehr oder weniger weit nach hinten hinab. Die hintere »quere» Grenzlinie der Kappe verläuft aber sehr schief über die Kopffläche (Fig. 1, 2), indem ihr vorderes (dorsales) Ende nicht bis zum oberen Ende des auch hier stark ausgesprochenen dorsalen Ausschnitts reicht, sondern nach vorn von demselben zieht. Der dorsale Randsaum ist jedoch kräftig ausgeprägt, obwohl er nur in seinem vorderen Teil mit der Kopfkappe direkt zusammenhängt. Das Vorhandensein eines Jensen'schen Stäbchens im Spitzenteil konnte ich in meinen Präparaten nicht dartun, Am dorsalen Ende des hinteren Querrandes des Kopfes befestigt sich der Schwanz (Fig. 1, 2) mittelst eines ziemlich kurzen, schmäleren Halsstücks; hier bemerkt man nach geeigneter Färbung zwei proximale Centralkörperkörnchen (Fig. 1). Das *Verbindungsstück* hat im ganzen ungefähr die gleiche Länge und Dicke wie dasjenige der Hausmaus. Die Fig. 1 zeigt ein reifes solches Stück nach der Behandlung mit Osmium-Rosanilin; man sieht hier, wie bei der Spermie der Hausmaus, die regelmässig angeordnete Spiralfaser, welche in einer homogenen Substanz dicht an der Oberfläche der Hülle verläuft; man zählt 36—37 Windungen der Spiralfaser. Die Fig. 2 ist nach einem mit Zenker-Heidenhain (Xylol-Parafin) behandelten und deshalb geschrumpften Präparat gezeichnet; hier sieht man ebenfalls scharf die schmale Spiralfaser mit einer Anzahl von Windungen, die jedoch am vordersten Teil nicht hervortreten. Bei manchen Spermien aus der Epididymis und bei vielen aus dem Hoden war jedoch, nach beiden Behandlungsweisen, das Aussehen der Spiralfaser wie das in den Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9 wiedergegebene, d. h. um den in der Mittelpartie verlaufenden geraden Axenfaden windet sich eine starke, äusserst scharfe Spiralfaser, welche aber eine geringere Anzahl von Windungen zeigt und den Eindruck macht, dass sich die Faser (nach vorn hin) zusammengezogen und verkürzt hat; die sie sonst einhüllende Substanz ist weggefallen oder sitzt nun (Fig. 9) als eine helle Masse noch da; gerade in dieser letzten Figur sieht man an einer Stelle, dass die Windungen sich selbständig vergrössern und erweitern können. Von besonderem Interesse ist es zu erfahren, dass neben diesen Spermien noch andere vorkommen, in welchen die Spiralfaser einen körnigen Zerfall zeigt (Fig. 10), so dass man daraus schliessen kann, dass die Faser noch aus Körnern besteht, obwohl diese in der fertigen normalen Spiralfaser ganz miteinander verschmolzen erscheinen. In noch deutlicherer Weise zeigen solche Spermien, wie die in Fig. 11 wiedergegebene, welche ebenfalls aus der Epididymis stammt, dass die Spiralfaser aus Körnern besteht und in diese Körner zerfallen kann. Die Hülle zerfällt aber zuweilen auch in Querstücke (Fig. 3) oder sogar in einzelne Ringe, wobei sich die körnige Zusammensetzung mehr oder weniger deutlich zeigt.

Wenn man nun noch die unreifen Stadien der Spermien in den Hodenpräparaten studiert, so findet man auch bei diesem Tier eine Anzahl von Spermien von dem Typus der Fig. 12, bei welchen also die v. Brunn'schen Körner in ihrer mehr oder weniger regelmässigen Anordnung um den Axenfaden des Verbindungsstückes vorhanden sind. Wie bei anderen Nagetieren (Hausmaus etc.) und bei den Säugetieren im allgemeinen bildet ja dieser Körnerbeleg das Vorstadium des Spiralfadens. Es ist nun aus der obigen Darstellung von Interesse zu erfahren, dass noch bei den reifen Spermien in den Kanälen der Epididymis (Fig. 10, 11) wieder ein Zerfall in die Körner eintreten kann. Am hinteren Ende des Verbindungsstücks erkennt man in der Fig. 1 den distalen Centralkörperring und am vorderen Ende desselben, beim Ansatz des Schwanzes am hinteren Kopfende, die zwei proximalen Centralkörperkörner.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist kaum viermal so lang als das Verbindungsstück. Vorn ziemlich dick und von beinahe rundem Querschnitt, verschmälert es sich allmählich nach hinten hin und geht, scharf abgesetzt, in ein ziemlich kurzes, feines *Endstück* über. Ich sah in meinen Präparaten in der Hülle des Hauptstücks keine Struktur; dass es aus einem Axenfaden und einer diesen umgebenden Hülle besteht, sowie dass in der letzteren eine Spiralfaser vorkommt, ist natürlich im höchsten Grade wahrscheinlich, obwohl zu ihrer Darstellung eine besondere Präparation nötig ist.

Mus sylvaticus L.

(Taf. XLVII, Fig. 13—18.)

Diese Spermien ähneln ebenfalls denen von Mus musculus und Mus agrarius in hohem Grade; sie stehen in ihren Formverhältnissen zwischen denen dieser beiden Mäusearten.

Die Fig. 13 stellt ein reifes Spermium von Mus sylvaticus dar. Sowohl die Gestalt des beilförmigen, abgeplatteten, eigentlichen Kopfes als der Kopfkappe ähnelt im ganzen mehr den entsprechenden Teilen bei Mus musculus als bei Mus sylvaticus; eine Betrachtung der Figuren reicht hin, um dies zu erkennen, so dass ich darauf verzichte, es näher zu schildern. Die stark ausgebildete und umgebogene Kopfspitze ist aber derjenigen von Mus

agrarius ähnlicher; in ihr bemerkt man indessen auch, wie bei der Hausmaus, deutlich das Jensen'sche Stäbchen (Fig. 13, 15, 16). Der dorsale Saum und der Ausschnitt in demselben stimmen aber mehr mit diesen Partien bei dem Mus agrarius überein. In Fig. 15 findet man die Kopfkappe in noch unreifem Zustand, mit hellen Kugeln in ihrer Substanz; aus dieser ihrer Form lässt sich die der reifen Kappe leicht verstehen. Die Fig. 14 stellt den Kopf von der ventralen Kante her dar; auch hier sieht man die Spitze sich nach rechts drehen.

Das *Halsstück* ist ziemlich lang; an seinem Ansatz am hinteren dorsalen queren Absatz des Kopfes finden sich zwei dunkle *proximale Centralkörperkörner* (Fig. 13, 15). Ungefähr mitten am Halsstück findet sich am reifen Spermium (Fig. 13) ein dunkles Querband, welches den beiden am Halsstück der unreifen Spermien (Fig. 15) sichtbaren zwei dunklen (distalen) Körnern zu entsprechen scheint. Der *distale Centralkörperring* ist in den unreifen Spermien (Fig. 15 und 16) am hinteren Ende des Verbindungsstücks gut ausgeprägt, aber auch an reifen Spermien (Fig. 13) erkennbar. Das eigentliche Verbindungsstück ist ungefähr so lang und dick wie bei der Hausmaus und zeigt nicht selten eine sehr deutliche Spiralfaser, welche indessen in der Regel dichtere und zahlreichere Windungen als bei der Hausmaus hat. In den unreifen Stadien (Fig. 15, 16) der Hodenpräparate findet man die v. Brunn'schen Körner in immer regelrechterer Anordnung um den Axenfaden bis zum hinteren Ende des Halsstücks empor (Fig. 15), oder zuweilen noch höher (Fig. 16).

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist nicht viel mehr als dreimal (bis $3^1/_3$ mal) so lang als das Verbindungsstück und läuft, allmählich verschmälert, fein fadenförmig hinten hinaus, ohne ein abgesetztes Endstück darzubieten. Es zeigt an seinem Axenfaden eine ziemlich dicke Hülle (Fig. 18), in welcher zuweilen eine sehr deutliche, schön hervortretende Spiralfaser sichtbar ist (Fig. 17).

Microtus terrestris (L.).

(Taf. XLVII, Fig. 19—24.)

Die Spermien dieses Tieres haben zwar den Typus der Mäusespermien, weichen aber in einigen Beziehungen von den bisher beschriebenen Formen ab. Die Länge der ganzen Spermien (Fig. 19) ist ungefähr wie bei Mus agrarius und Mus sylvaticus, aber der Kopf ist kürzer und im ganzen kleiner als bei diesen. Die Kopfspitze ist jedoch relativ gross, nach hinten und dorsalwärts gebogen. Der eigentliche Kopf ist eigentümlich gestaltet. Wenn die Kopfkappe an ihm in natürlicher Lage sitzt (Fig. 19), sieht man unter ihr einen von vorn her hineindringenden Ausschnitt, hinter welchem sich ein nach vorn gerichteter, an der Spitze abgerundeter Fortsatz findet. Wenn die Kopfkappe abgelöst ist (Fig. 20), ersieht man deutlich, dass sowohl der Ausschnitt als der dorsale Fortsatz dem eigentlichen Kopf angehören, obwohl die Kappe als eine dünne Haut auch diese Teile zu bekleiden scheint; die Grenzlinie der Kappe zieht nämlich nach hinten von ihnen schief über die Kopffläche nach hinten und ventralwärts. An solchen Köpfen (Fig. 20) sieht man auch, dass das vordere Kopfende nicht weit in die Kappe hineinragt, sondern vorn abgestumpft endigt. Der dickere Teil der Kappe findet sich aber nach vorn von dem Ausschnitt. Der dorsale Rand läuft von diesem Ausschnitt gerade nach hinten hin und bildet mit dem hinteren Randabsatz einen beinahe rechten Winkel. An diesem hinteren queren Absatz ist der Schwanz befestigt, und hier bemerkt man die zwei proximalen *Centralkörperkörner* (Fig. 19, 21).

Der Kopf mit seiner Kappe ist stark abgeplattet, und die vordere Spitze der Kappe ist etwas nach einer Seite (an der Fig. 22, die von dem Ventralrand gezeichnet ist, nach links) gedreht.

Das *Halsstück* ist ziemlich gut ausgebildet und auch hinten deutlich markiert; in der Fig. 19 sieht man an seinen beiden Seitenrändern die zwei vorderen distalen Centralkörperkörner. Das *Verbindungsstück*, welches ungefähr dieselbe Länge wie bei Mus musculus, agrarius und sylvaticus hat, ist schmäler und erscheint bei reifen Spermien in der Regel homogen. Es gelang mir hier nicht, die Spiralfaser darzulegen, obwohl sie hier zweifelsohne auch vorhanden ist. Bei den unreifen Spermien (Fig. 23) waren ja die v. Brunn'schen Körner, aus welchen die Spiralfaser entsteht, in gewöhnlicher Anordnung vorhanden. Sowohl in dieser Figur als in Fig. 24 sieht man auch den Axenfaden und in der letzteren Figur den hinteren *distalen Centralkörperring*.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist kaum viermal so lang als das Verbindungsstück und läuft, allmählich verschmälert, nach hinten hin in einen feinen Faden hinaus, an dem man keine Abgrenzung eines Endstücks sieht. In der den Axenfaden des Hauptstücks umgebenden Hülle sah ich hin und wieder beiderseits je eine Körnerreihe, welche offenbar einer Spiralfaser entsprach.

Lemmus lemmus (L.).

(Taf. XLV, Fig. 15—23.)

Durch die Güte meines Freundes des Herrn Professor Alfred Nathorst erhielt ich vor einigen Jahren aus dem nördlichen Schweden, wo er sich damals aufhielt, die Hoden eines Lemmings zugeschickt, und ich konnte aus ihnen die reifen Spermien bekommen. Die Fig. 15 gibt ein vollständiges solches Spermium wieder.

Wenn man dieses Spermium mit denen der anderen oben beschriebenen Murideen-Spermien vergleicht, so findet man auch bei ihm den Beiltypus des Kopfes, aber der Grösse nach reduziert, das Verbindungsstück jedoch bedeutend länger, das Hauptstück verhältnismässig kürzer. Die Lemmusspermien ähneln zwar dem Typus der Murideen-Spermien; sie bieten aber eine auffallende Differenziation dar.

Der *Kopf* ist auch bei dem Lemmus-Spermium von zwei Seiten her abgeplattet, aber relativ nicht so viel wie bei den oben beschriebenen Arten von Mus. Die Fig. 17 zeigt den Kopf einer Lemmus-Spermie von dem ventralen Rand; in den hinteren Teilen ist sie breiter, nach vorn hin schmäler. Die Ansicht des von der Kopfkappe befreiten Kopfes von den Flächenseiten her bietet eine unregelmässig drieckige Gestalt (Fig. 19), mit einem beilförmig abgerundeten, konvexen ventralen Rand, sowie mit einem konkaven dorsalen und einem konkaven hinteren Rand. Der dorsale Rand biegt sich hinten nach einer kleinen konvexen Hervorwölbung in den hinteren Rand mit stumpfem Winkel um, und gerade an dieser Ecke befestigt sich am hinteren Rande das Halsstück des Schwanzes.

Der dorsale und der ventrale Rand des Kopfes biegen sich beide dorsalwärts, indem sie sich aneinander nähern und ineinander umbiegen, hierdurch eine stumpfe Spitze des Kopfes bildend. Am Ende dieser Spitze färbt sich ein kleiner kuchenförmiger Körper (Fig. 15, 16, 17, 19, 20, 22), welcher als ein Rudiment eines eigentlichen Spitzenstücks oder des Jensen'schen Stäbchens betrachtet werden kann. Auf der Kopfspitze sitzt nun aber noch die Kopfkappe, welche mit einem langen, im Querschnitte runden, ausgezogen konischen Spitzenteil versehen ist; dieser Spitzenteil der Kopfkappe ist mehr oder weniger dorsalwärts und nach hinten hin gebogen. Die gewöhnlichste Lage, in welcher ich sie antraf, ist die in Fig. 15 wiedergegebene, so dass die äusserste Spitze des Teiles in der Nähe des Halsstücks lag; in anderen Fällen war dieselbe aber noch mehr ventralwärts gebogen (Fig. 16, 20); es kamen aber auch andere Spermien vor, bei denen der freie spitze Kopfkappenteil mehr gerade nach aussen (dorsalwärts) oder nach aussen-hinten (Fig. 22, 21) gerichtet war. In diesem Kappenteil sah ich keine weitere Struktur; die Spitze des eigentlichen Kopfes steckt nur in die Basis desselben hinein. Die Kopfkappe setzt sich aber von diesem Spitzenteil nach hinten auf den Kopf fort, und zwar ganz deutlich mit einem Saum an der ventralen Kante (Fig. 15, 22), wo sie sich allmählich verdünnt. Eine hintere Grenzlinie der Kappe an der Flächenseite des Kopfes, wie bei den anderen Murideen, konnte ich nicht nachweisen.

Am Ansatze des *Halsstücks* finden sich zwei *proximale Centralkörperkörner* (Fig. 15, 22). Wenn der Kopf vom Schwanze abgelöst ist (Fig. 18), erkennt man auch diese Körner; es scheint aber, als ob hinter dem einen noch ein Korn vorhanden wäre, welches nicht deutlich hervortritt; es kann aber auch eine Partie von Kittsubstanz sein. Zuweilen sieht man ferner an der Seite des hellen Halsstücks ein oder zwei Körner (Fig. 21), welche als die Körner des distalen Centralkörpers aufzufassen sein dürften.

Das Verbindungsstück ist, wie oben erwähnt, ungewöhnlich lang, wenn man es mit demjenigen der Spermien der oben besprochenen Murideen vergleicht. Die Fig. 15 stellt es bei der Behandlung mit Osmium-Rosanilin und die Fig. 18 mit Zenker-Heidenhain dar, weshalb es in der ersteren Fig. etwas dicker, in der letzteren etwas schmäler erscheint. Es ist aber im ganzen ziemlich schmal, cylindrisch und verschmälert sich nur wenig nach dem hinteren Ende hin. Es besteht, wie gewöhnlich, aus einem mittleren Axenfaden und einer diesen umgebenden Hülle; in der Fig. 23 ist an der vorderen Hälfte des Verbindungsstücks die Hülle abgelöst, so dass der Axenfaden blossgelegt ist; von besonderem Interesse ist in dieser Figur zu sehen, wie das helle Halsstück am vorderen Ende des Axenfadens noch seine Breite beibehalten hat, obwohl das Präparat mit Zenker-Heidenhain (Xylol-Parafin) behandelt worden und deshalb eine Schrumpfung im übrigen eingetreten ist; der eigentliche Kopf ist, wie in der nach einem in derselben Weise behandelten Spermium gemachten Fig. 16, geschrumpft und schwärzlich gefärbt. In der Fig. 16 treten in der Hülle, obwohl nicht besonders deutlich, alternierende Körnerreihen hervor, und in Fig. 23 sieht man in der erhaltenen Partie der Hülle auch Körnerreihen. In den mit Osmium-Rosanilin-Kaliacetat behandelten Spermien, von welchen einige Beispiele in den Fig. 15, 17, 18, 19, 20, 21 und 22 wiedergegeben sind, sah ich in voller Pracht die in der Hülle des Verbindungsstücks regelmässig verlaufende Spiralfaser und konnte

die Windungen derselben zählen; sie beliefen sich auf ungefähr 50 und endeten vorn an der Grenze des Halsstücks. Am hinteren Ende des Verbindungsstücks liess sich der distale Centralkörperring ahnen; er trat aber nicht deutlich hervor. Da keine unreifen Stadien von Spermien zu finden waren, wurden bei diesem Tier nicht die v. Brunn'schen Körner wahrgenommen.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist ungewöhnlich kurz, nur etwa $1^1/_2$ Mal so lang als das Verbindungsstück. Vorn fängt es (Fig. 15) wenig schmäler als dieses an, verschmälert sich aber rasch und endigt hinten als ein feiner Faden, zugespitzt und ohne abgesetztes Endstück.

Mus norvegicus erxl.

(**Mus decumanus** pall.).

(Taf. XLVIII.)

Die nunmehr über die Erde so verbreitete gewöhnliche Wanderratte stellt unter den Nagetieren hinsichtlich der Spermien wohl das am meisten untersuchte Objekt dar. In der dieses Kapitel über die Spermien der Murideen einleitenden historischen Übersicht sind schon die wichtigsten der betreffenden Arbeiten besprochen. Die Abhandlungen von O. S. Jensen aus d. J. 1879 und 1887, besonders die letzte, beschäftigten sich in eingehender Weise gerade mit dem Bau der reifen Spermien der Ratte; die umfassende Arbeit von E. Ballowitz über die reifen Spermien der Säugetiere (v. J. 1891) behandelte zum Teil auch die Rattenspermien. Über die Spermiogenese dieser Spermien ist eine Reihe von grösseren und kleineren Mitteilungen erschienen; hier sollen ganz besonders diejenigen von Renson (1882), v. Ebner (1871, 1888, 1899), Brown (1885) und Benda (1887) hervorgehoben werden. Im J. 1887 hat auch C. M. Fürst die reifen Spermien der Ratte z. T. beschrieben und abgebildet, indem er besonders die Kopfkappe und den Axenfaden des Schwanzes darstellte. Dann hat sie C. Niessing (1897) besprochen und teilweise abgebildet, und zwar v. a. hinsichtlich der Spermiogenese. Und in der allerletzten Zeit (1908) hat J. Duesberg die Phasen dieses Prozesses behandelt.

Wenn man von den Figuren Jensen's, welche für ihre Zeit (1887) auffallend gut waren, absieht, so gibt es von den reifen Spermien dieses Tieres keine befriedigenden Abbildungen. Ich habe mich deshalb bemüht, eine Reihe von solchen auf der Taf. XLVIII wiedergeben zu lassen. Diese Spermien sind bekanntlich sehr lang, weshalb sie in der von mir im allgemeinen benutzten Vergrösserung auf der Tafel viel Platz einnehmen; da aber ein Teil der Strukturverhältnisse eine derartige starke Vergrösserung erfordert, habe ich dieselbe für sämtliche Figuren der Tafel angewandt.

Die Fig. 1 stellt nun ein solches reifes Spermium aus dem Vas deferens und mit Osmium-Rosanilin-Kaliacetat behandelt dar. Der Kopf ist in der gewöhnlichen Lage zum Schwanze gestellt. Er zeigt die für diese Spermien charakteristische, schmale, gestreckte Beilform mit ventraler und dorsaler Kante und mit der vorderen Spitzenpartie dorsalwärts und nach aussen umgebogen. Der dorsale und der ventrale Rand bilden miteinander nach vorn hin einen spitzen Winkel, bevor sie sich beide dorsalwärts umbiegen; der ventrale reicht weiter nach hinten hin und biegt sich an einer abgestumpften hinteren Spitze in den hinteren Rand, mit welchem er einen spitzen Winkel bildet, um; dorsalwärts biegt sich schliesslich der hintere Rand in stumpfem oder sogar zuweilen beinahe rechtem Winkel nach aussen um, einen Absatz bildend, an welchem sich der Schwanz befestigt.

Der Kopf ist stark abgeplattet. Von der ventralen Kante betrachtet, zeigt er sich wie in Fig. 7; die ventrale Kante ist ziemlich scharf, und der Kopf selbst ist in dieser Ansicht schmal, besonders nach vorn von der Mitte. Der vordere, dorsalwärts umgebogene Teil dreht sich zugleich stark nach rechts, wie aus der Fig. 7 hervorgeht.

Von der Fläche betrachtet (Fig. 1), zeigt nun auch der Kopf, dass er von der langen Kopfkappe zum grössten Teil bedeckt ist. In der Kappe lässt sich der eigentliche Kopf als ein heller Körper mit dorsalwärts umgebogener vorderer Spitze, ungefähr bis zur Mitte des umgebogenen Teils, verfolgen; an der hinteren (unteren) Seite des umgebogenen Teils des eigentlichen Kopfes liegt das von Jensen gerade bei der Ratte entdeckte, relativ starke Stäbchen, welches ich als das Jensen'sche *Stäbchen* bezeichne. Dieses Gebilde, welches sich mit Rosanilin und Hämatoxylin starkt färbt, ist schwach gebogen mit der Konkavität nach hinten, an beiden Enden zugespitzt, an dem ventralen Teil etwas dicker als an dem dorsalen, der bis in die äusserste Spitze der Kopfkappe reicht; das ventrale Ende steckt mit seiner Spitze etwas in den eigentlichen Kopf hinein, wie die Fig. 1, 12, 13, 15,

16, 17 etc.) zeigen; jedenfalls schiesst es an der Kontur des Kopfes vorbei; es wäre möglich, dass es in dieser Weise mit der Spitze neben dem Kopfe liege und nicht in seine Substanz eindringe; dies ist sehr schwer zu entscheiden. Der in Fig. 14 abgebildete Kopf lässt vermuten, dass das Stäbchen sogar die Spitze des eigentlichen Kopfes umfasse. Das Stäbchen ist ja als ein wirkliches Perforatorium aufzufassen. Die Kopfkappe bildet nun um dieses Stäbchen ebenso wie um das vordere Ende des eigentlichen Kopfes einen Sack, dessen übriger Inhalt eine undeutlich körnige, »protoplasmatische» Substanz darstellt. Die Kopfkappe läuft dann nach hinten hin, um eine dünne Mütze um den Kopf zu bilden, und endigt weit hinten an einer Grenzlinie, welche schief über den Kopf von der dorsalen Kante und ventralwärts nach hinten zieht; diese Linie ist der hinteren Kopfkante ziemlich parallel. An der dorsalen Kante bildet die Kappe, dort wo sie endet, einen kleinen, spitz hinausragenden Fortsatz; an dem hinteren, von der Kappe freien Fläche ist der Kopf nur von einer sehr dünnen, dicht anschliessenden Hülle bedeckt.

In etwas jüngeren Stadien ist die nun beschriebene Kappe weiter und grösser. Die Fig. 13, 14, 15, 16 zeigen dies. In noch jüngeren Stadien findet sich um den vorderen Teil ein grösserer Protoplasmaklumpen (Fig. 18, 19), welcher mit der Ausbildung der Spermienköpfe in den Fusszellen zusammenhängt. In Fig. 2 ist auch ein solcher grosser Klumpen vorhanden.

Die mit Zenker-Heidenhain behandelten Köpfe sind (besonders durch die Xylol—Parafinbehandlung) kleiner, geschrumpft; und die Kopfkappe ist auch kleiner (Fig. 4, 12, 16, 17).

Dort, wo am Hinterende des Kopfes der Schwanz befestigt ist, finden sich die zwei *proximalen Centralkörperkörner* (Fig. 1, 2, 13, 16, 18, 19); ihre Grösse wechselt etwas. An vorderen Schwanzenden, von denen der Kopf abgefallen ist, sieht man auch deutlich die beiden Körner, welche schräg nebeneinander, in etwas verschiedener Höhe, liegen (Fig. 20). Nach hinten von diesen Körnern findet sich das *Halsstück,* welches bei der Ratte sehr verschieden deutlich abgegrenzt und ausgebildet ist. In einigen Fällen ist diese schmale, immer etwas ventralwärts gerichtete Partie ziemlich gut erkennbar (Fig. 13, 16, 19). In anderen kann man sie nicht vom Verbindungsstück abgegrenzt sehen (Fig. 1, 18, 20), sondern das letztere Stück spitzt sich nur zu und biegt sich ventralwärts gegen den Kopf, um sich an ihm zu befestigen.

Das *Verbindungsstück* ist bei der Ratte sehr lang; nach der vorderen Verschmälerung bekommt es bald seine grösste Dicke, verschmälert sich aber dann allmählich nach hinten hin und geht in das Hauptstück über. An den meisten ganz reifen Spermien aus der Epididymis und aus dem Vas deferens erkennt man nicht oder nur ziemlich undeutlich die Grenze, wo das Verbindungsstück hinten endigt; die Fig. 1 stellt ein solches Spermium dar, wo höchstens eine etwas hellere Farbe diese Grenze andeutet. Die Oberfläche des Verbindungsstücks ist glatt und eben, und man sieht in ihm keine Struktur. In anderen Fällen sieht man aber in der Hülle desselben dunkle Körnerreihen an beiden Rändern (Fig. 3) und nach hinten davon ein helles Zwischenstück, wonach das Hauptstück beginnt; nicht selten findet man in solchen Fällen einen schmalen, aber schön ausgebildeten Ring, welcher den *distalen Centralkörperring* ausmacht.

Wenn man nun in den Hodenpräparaten die nicht ganz ausgereiften Spermien studiert, findet man solche Spermien, wie das in Fig. 2 abgebildete, mit einem sehr langen Verbindungsstück, um welches sich eine schöne Spiralfaser mit vielen (68—70) Windungen dreht; nach hinten von dem hinteren Ende dieses Stücks erkennt man dann wieder ein kleines Zwischenstück mit dem distalen Centralkörperring und dann den Anfang des Hauptstücks. Die Fig. 5 stellt eine Partie eines solchen Verbindungsstücks mit einer etwas dickeren Spiralfaser dar. Die Fig. 4, 6, und 12 sind ebenfalls solche Partien von Spermien, die mit Zenker-Heidenhain behandelt worden und geschrumpft sind. So gestaltete Spermien trifft man nun aber auch zuweilen in den Epididymiskanälen, sei es, dass sie im unreifen Zustande in diese hinausgetreten sind oder, obwohl reif, durch Maceration diese Beschaffenheit erhalten haben.

Ferner findet man aber in den Hodenpräparaten Spermien, an deren Verbindungsstück eine umwindende Faser von bedeutend dickerer Art vorhanden ist. Die Fig. 7 stellt ein solches Beispiel dar; wenn man die Spiralfaser genauer betrachtet, findet man, dass sie noch aus Körnern aufgebaut ist; diese Körner, welche alle von etwa gleicher Grösse sind, haben sich so zusammengelegt, dass sie einen Spiralstrang bilden. In noch jüngeren Stadien (Fig. 8, 9) liegen die Körner noch als echte v. Brunn'sche Körner dicht gedrängt in schöner Anordnung als eine Hülle um den Axenfaden; man kann oft schon eine spiralige Anordnung derselben an ihnen bemerken; sie sind etwas grösser als in Fig. 7; wahrscheinlich werden sie allmählich kleiner und geben dadurch zwischen sich Platz zu dem offenen Raum zwischen den Windungen. Solche Spermien tragen noch um das Verbindungsstück einen Klumpen von körnigem Protoplasma, welches die beschriebene Körnerhülle umgibt. Man kann aber durch die Präparation diesen Klumpen entfernen, und dann tritt die beschriebene Körnerhülle deutlich hervor. Ferner

kann man auch diese Körnerhülle mehr oder weniger ablösen und sieht dann nur Gruppen von Körnern an dem entblössten Axenfaden hängen (Fig. 10); bisweilen zeigt sich auch, dass der Axenfaden, wie schon JENSEN darlegte, aus zwei Fäden besteht; JENSEN erwies aber noch, dass diese Fäden in eine grössere Anzahl Fädchen aufgelöst werden können, und BALLOWITZ bestätigte dies zur Evidenz.

Das *Hauptstück* des Schwanzes, welches nicht viel mehr als $2^1/_2$ mal so lang als das Verbindungsstück ist, zeigt gewöhnlich keine Struktur, sondern setzt sich allmählich verschmälert und mit glatter Oberfläche nach hinten hin fort, um zuletzt mit einem kurzen, gut abgesetzten, feinen, hellen *Endstück* zu endigen. An macerierten Spermien erkennt man deutlich, dass der im Hauptstück eingeschlossene Axenfaden sich in mehrere, sogar viele Fäden auflösen kann (Fig. 11), wie dies auch schon längst von JENSEN und BALLOWITZ in so schöner Weise dargetan und abgebildet ist, dass ich es nicht nötig fand, dieses Verhalten von neuem darzustellen. In der macerierten Hülle traf ich zwar nicht, wie bei mehreren anderen Nagetierspermien, eine ganz deutliche und regelmässige Spiralfaser, wohl aber Andeutungen dazu (Fig. 11), so dass diese schon von JENSEN nachgewiesene Tatsache wohl als sichergestellt angeschen werden kann.

RÜCKBLICK.

Wie schon oben hervorgehoben wurde, kann man bei einer übersichtlichen Betrachtung der Spermienformen der bis jetzt in dieser Beziehung untersuchten Nagetiere drei, oder sogar vier, Haupttypen unterscheiden, unter denen niedrigere, primitivere und weiter ausgebildete, mehr differenzierte Formen nachzuweisen sind.

Den niedrigsten Typus zeigen wohl die Spermien von *Hystrix;* diese im ganzen ausserordentlich kleinen Spermien haben einen Kopf, der noch rundlich oval, nicht abgeplattet ist und im allgemeinen eine sehr ursprüngliche Gestalt darbietet; die Kopfkappe ist hier von geringer Ausbildung, aber ein Spitzenstück ist vorhanden.

Dann folgt eine Anzahl von Tieren, bei denen die Spermien einen ebenfalls ovalen, aber stark abgeplatteten Kopf haben. Als Repräsentanten dieses zweiten Typus sind anzuführen: Lepus, Dipus, Myopotamus, Myoxus, Dasyprocta. Die Kopfkappe ist hier auch von geringem Umfang und schiesst nur ziemlich wenig am vorderen Kopfende hervor, entweder als ein schmales, halbmondförmiges Gebräme (Lepus, Myoxus, Dipus), oder mit einem glänzenden, knopfförmigen Spitzenkörper versehen (Myopotamus).

Den *dritten* Typus vertreten die Spermien von Cavia, Sciurus und Cynomys. Hier sind die Köpfe sehr stark abgeplattet, von rundlichem Umfang und bilden mit dem Längsdurchmesser ihrer Fläche einen ausgesprochenen Winkel mit der Axe des Schwanzes; v. a. sind sie aber auch durch die auffallend starke Ausbildung der Kopfkappe ausgezeichnet, indem diese noch im reifen Zustande ein ansehnliches, den vorderen Kopfrand weit überragendes Gebräme bildet.

Der *vierte* Typus wird durch die Familie der Murideen repräsentiert. Hier ist der Kopf auch abgeplattet, aber beilförmig, entweder schmäler, in die Länge ausgezogen (Mus norvegicus), oder breiter (Mus musculus, sylvaticus, agrarius, Microtus terrestris), oder eine Zwischenform bildend (Lemmus). Alle sind mit einer stark zugespitzten. nach der einen (dorsalen) Kante des Kopfes umgebogenen Kopfkappe versehen, in deren Spitzenteil oft ein JENSEN'sches Stäbchen eingeschlossen ist. In dem Verbindungsstück der Spermien dieser Gruppe der Nagetiere ist die Spiralfaser ausserordentlich schön ausgebildet.

15.

Die Spermien der Huftiere.

Taf. XLIX, Fig. 1—12, Taf. L—LIII.

Die Spermien der Ungulaten, von denen eine Anzahl von Vertretern leicht zugänglich ist, wurden natürlich nicht selten der Gegenstand von Untersuchungen. Sowohl über die Gestalt und den Bau der reifen Spermien als über die Spermiogenese bei dieser Tierordnung liegen ziemlich zahlreiche Mitteilungen und Angaben vor. Von den während der letzten drei Dezennien, in welchen die mikroskopische Technik in einem so hohen Grade ausgebildet worden ist, dies Gebiet der Histologie behandelnden Arbeiten mögen hier besonders folgende erwähnt werden.

Schweigger-Seidel untersuchte im J. 1865 die Spermien vom *Schwein* und *Schafbock*. O. S. Jensen beschrieb in den Jahren 1879 und 1887 den Bau der reifen Spermien beim *Hengst* und *Schafbock*. Im J. 1881 wurden von *mir* die reifen Spermien des *Stiers* dargestellt, und die Spermiogenese derselben im J. 1882 von Renson behandelt. v. Brunn schilderte dann im J. 1884 auch die reifen Spermien des *Stiers*. Im J. 1887 besprach Carl M. Fürst die reifen Spermien vom *Stier*, *Schafbock* und *Elch*, und zwar hauptsächlich in Bezug auf den Kopf. Dann erschien im J. 1891 die Arbeit von E. Ballowitz über den Bau der reifen Spermien der Säugetiere, in welcher er von den Huftieren folgende behandelte: *Stier*, *Hengst*, *Eber* und *Schafbock*. Ferner haben auch Miescher die reifen Spermien vom Stier abgebildet und Schoenfeld ihre Entwicklung behandelt.

Für die hier unten zu liefernde Darstellung habe ich folgende 9 Ungulaten zur Untersuchung ausgewählt:

Equus caballus L.	*Cervus elaphus* L.	*Capra*
Sus scrofa L.	*Alces alces* (L.)	*Ovis aries* L.
Dicotyles tajacu L.	*Rangifer tarandus* (L.)	*Bos taurus* L.

Equus caballus L.

(Taf. L, Fig. 1—18.)

Von der Unterordnung *Perissodactyla,* zu welcher ausser der Fam. *Equidae* auch die Fam. *Tapiridae* und die Fam. *Rhinocerotidae* gehören, stand mir nur der Equus caballus zur Verfügung.

Wie oben erwähnt, sind die Spermien dieses Tieres bisher von Jensen und Ballowitz beschrieben worden und auch gelegentlich von v. Brunn besprochen. Jensen[1]) fand im J. 1879 an beinahe fertigen Spermien, dass im s. g. Mittelstück (Verbindungsstück) zwei Fasern vorhanden sind, nämlich eine mittlere gerade, der *Centralstrang* (Jensen), und eine sich um ihn in ausgedehnten Windungen gedrehte, der *Spiralstrang;* nach Maceration durch Fäulnis verschwindet der Spiralstrang, der andere bleibt.

Auch im Hauptstück des Schwanzes (dem eigentlichen Schwanz, Jensen) sah er zwei Stränge. In seiner späteren Abhandlung (vom J. 1887)[2]) bestätigte Jensen seinen Fund von der Zusammensetzung des Verbindungsstücks aus einem geraden Centralstrang und einem um diesen gewundenen Spiralfaden, dessen Windungen bei der Reifung der Spermien zahlreicher und dichter werden. In dieser Arbeit teilt er auch mit, dass er gerade bei den

[1]) O. S. Jensen, *Die Structur der Samenfäden.* Bergen 1879.

[2]) O. S. Jensen, *Undersögelser over Sædlegemerne hos Pattedyr, Fugle og Amphibier.* Christiania Videnskabsselskabs Forhandlinger 1887, N:o 11, Ins Deutsche übers. in Archiv f. mikrosk. Anatomie. 30. Band, 1887.

Pferdespermien am vorderen Ende des Schwanzes, aber von dem Kopfe durch eine kleine helle Partie getrennt, einen einfachen glänzenden *Knopf* entdeckt hatte. Am Ende des Verbindungsstückes hatte er ferner, und dies gerade auch beim Pferdespermium, eine stark lichtbrechende *Querscheibe* gefunden, über deren Konstanz er sich nicht sicher äussern konnte, deren Entwicklung aber aus der hier befindlichen Cytoplasmaansammlung er nachweisen zu können glaubte.

In seiner Abhandlung vom J. 1884 sagt v. Brunn [1]), dass er seine oben schon referierte Darstellung der Entwicklung des Schwanzes der Maus bei allen von ihm untersuchten Säugetieren, nämlich beim Kaninchen, *Hengst*, Schafbock, Stier und Kater, bestätigt gefunden habe; »zarter als bei der Maus, aber an Klarheit auch allen Wünschen gerecht werdend», sagt er, ist die Bildung des Verbindungsstückes.

In der Liste der von ihm hinsichtlich der Spermien untersuchten Säugetiere hat Ballowitz in seiner betreffenden Arbeit [2]) auch *Equus caballus* L. aufgeführt. In seiner den Bau der Spermien der sämtlichen von ihm untersuchten Säugetiere behandelnden Beschreibung finden sich aber äusserst wenige auf die Pferdespermien besonders gemachten Hinweise und Angaben, so dass es schwer fällt, seine Darstellung hier zu referieren, was dagegen teilweise leichter bei der Besprechung der Spermien vom Stier, Schaf und Schwein geschieht, weil Ballowitz diese Tiere oft anführt. Auf S. 265 dieser Abhandlung bespricht er jedoch ein wenig die Spermien des Hengstes, und zwar in seiner Opposition gegen Jensen's Auffassung vom Halsstück. Ballowitz will nämlich als solches den vordersten, den Axenfaden noch enthaltenden Teil des eigentlichen Schwanzes bezeichnen, und er teilt in den Fig. 82 und 83 (Taf. XIV) zwei Vorderpartien von Hengstspermien mit, an denen man den in zwei Fäden geteilten Axenfaden des Verbindungsstücks und am vordersten Teil desselben einige Spiralwindungen sieht, sowie in der Fig. 82 das Halsstück und den Kopf, in Fig. 83 das Halsstück ohne Kopf, aber mit zwei kleinen nebeneinander liegenden Endknöpfchen, von denen eins am Ende jedes Fädchens liegt. »Auch der Achsenfaden», sagt er, »setzt sich nach den älteren Zeichnungen, welche ich besitze, und welche gleichfalls von Hodenpräparaten des Hengstes angefertigt wurden, im Halse mit zwei Fädchen fort, um am Kopfe mit den Endknöpfchen zu enden.»

Dies ist nun alles, was ich in der betreffenden Literatur über die Spermien von Equus angetroffen habe.

Die Fig. 1 meiner Taf. L stellt ein vollständiges reifes Spermium aus dem Vas deferens dar. Die Länge desselben ist nicht bedeutend, ungefähr wie bei dem Kaninchen. Der Kopf ist sogar kleiner als bei diesem Tier, schmal oder länglich oval, nicht ganz symmetrich, indem die eine Hälfte mehr nach der Seite hin ausgebuchtet ist, als die andere, weshalb man auch hier die erstere als die ventrale, die letztere als die dorsale bezeichnen kann. Hiermit stimmt auch, dass der Schwanz sich an die im ganzen kurze, quer oder etwas schräg abgestutzte hintere Kopfseite der dorsalen Seite näher befestigt. Die grösste Breite des ovalen Kopfes liegt etwas nach vorn von seiner Mitte. Der Kopf ist aber auch bei den Equiden abgeplattet; von der Kante betrachet, zeigt er sich wie in den Fig. 4 und 5, also sehr schmal lanzettförmig, mit der stärksten Zuspitzung nach vorn hin. Die Kopfkappe ist schwach ausgebildet, lässt ihre hintere quere Grenzlinie aber in der Regel etwa zwei Drittel der Kopflänge nach hinten spüren (Fig. 1, 2, 7, 11); zuweilen liegt diese Grenzlinie jedoch etwas weiter nach vorn hin; das am vorderen Umfang des Kopfes hervorschiessende Gebräme der Kappe ist verhältnismässig gering.

Der *Schwanz* ist, wie eben erwähnt, an der dorsalen Ecke des hinteren Kopfrandes befestigt, und zwar mittelst drei *proximaler Centralkörperchen* (Fig. 1), welche indessen, nachdem der Kopf abgelöst worden ist, am deutlichsten hervortreten (Fig. 9); die beiden lateralen sind am leichtesten erkennbar, das mittlere oft undeutlicher (Fig. 1, 3). Hinter ihnen findet sich das kurze *Halsstück* (Fig. 1), und dann folgt das cylindrische, nach hinten hin sich etwas verschmälernde *Verbindungsstück*, in dessen Hülle eine undeutlich körnige Beschaffenheit erkennbar ist; wenn diese Hülle verschoben wird, sieht man den Axenfaden (Fig. 5) und an dem Übergang zum Hauptstück die von Jensen entdeckte Querscheibe oder den *distalen Centralkörperring*. An Zenker-Heidenhain'schen Präparaten findet man zuweilen nach hinreichender Differenzierung nur diesen Ring und die lateralen *vorderen distalen Centralkörper* gefärbt (Fig. 3); in Fig. 6 sieht man das grössere dieser letzteren; in derselben Figur findet man den entblössten Axenfaden in zwei Fäden getrennt, wie Ballowitz dies schon längst dargestellt hat.

An den noch nicht ganz reifen Spermien aus den Hoden treten die Bilder hervor, welche Jensen vor etwa 30 Jahren beschrieben hat. Um den Axenfaden des Verbindungsstückes sieht man an ihnen eine Spiralfaser sich winden, welche besonders in der hinteren Hälfte deutlich hervortritt (Fig. 11) und nach vorn hin dichter und undeutlicher wird. So lang ausgezogene Windungen, wie sie Jenssen abbildete, sah ich zwar nicht, aber durch

---

[1]) A. v. Brunn, *Beiträge zur Kenntnis der Samenkörper und ihrer Entwicklung bei Säugethieren und Vögeln.* Archiv f. mikrosk. Anatomie, 23. Band, 1884.

[2]) E. Ballowitz, *Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugethierspermatozoen.* Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, LII. Band, 1891.

eine hinreichende Maceration können sie wahrscheinlich entstehen. Dann trifft man in noch jüngeren Stadien interessante Bilder, in denen die Spiralfaser noch aus deutlichen Körnern besteht, welche sich aneinander gefügt haben; die Fig. 12 stellt ein solches Bild dar, indem im hinteren Teil die Körner noch um den Axenfaden einen zusammengehängenden Beleg bilden und weiter nach vorn hin in einen Spiralstrang übergehen, der aus Körnern besteht. Ferner sind solche Spermiden da, in welchen noch echte v. Brunn'sche Körner vorhanden sind, die um den ganzen Axenfaden einen zusammenhängenden Beleg bilden (Fig. 14). Hier ist der distale Centralkörperring (die Jensen'sche Querscheibe) stark ausgebildet und schon zu seinem schliesslichen Platz gelangt. Die Fig. 10 stellt ein interessantes Bild dar, in welchem die v. Brunn'schen Körner in regelmässiger Anordnung um den Axenfaden liegen und der umgebende Protoplasmaklumpen erhalten ist.

Das *Hauptstück* (Fig. 1) des Schwanzes ist vorn nur wenig schmäler als das Hinterende des Verbindungsstücks, verschmälert sich aber allmählich nach hinten hin und läuft ohne scharfen Absatz in ein nur sehr kurzes, feines *Endstück* hinaus.

Auf der Tafel sind ausserdem einige noch jüngere Stadien abgebildet, von denen Fig. 15 und 16 Spermiden zeigen, an denen die Manschette entwickelt ist, nämlich die Fig. 15 von der Kante des Kopfes her, die Fig. 16 mit dem Kopf noch kugelig; in beiden sieht man an der vorderen Kopfhälfte die im ganzen dünne Kopfkappe mit je einem Knopf versehen; dort, wo ihre hintere Grenze gelegen ist, stösst die vordere Grenze der Manschette zu; in Fig. 15 findet sich zwischen der Manschette und der Kopfoberfläche ein heller Raum, der von einer hellen Substanz gefüllt ist; solche Bilder trifft man in diesem Stadium oft. In Fig. 13 ist auch ein solcher Substanztropfen um den hinteren Kopfteil vorhanden, die Manschette ist aber verschwunden.

Auch bei diesem Tiere wurden *Doppelschwanzspermien* angetroffen. Die Fig. 18 stellt eine reife solche, von der Kopfkante betrachtet, dar. Das eine Verbindungsstück deckt zum Teil das andere; die beiden Schwänze laufen aber getrennt, obwohl einander parallel, nach hinten hin fort. Am vorderen Ende der Verbindungsstücke findet sich ein umhüllender Protoplasmaklumpen. Solche Klumpen sind auch an den einfachen Spermien sehr oft vorhanden, und zwar bald mehr vorne, bald mehr hinten (Fig. 2, 4, 8). In Fig. 17 ist schliesslich eine noch ganz unreife Doppelschwanzspermie abgebildet, welche ein interessantes Beispiel davon gibt, dass beide Schwänze von einem (noch weit vorne gelegenen) distalen Centralkörperring umschlossen sein können, d. h. einen einzigen, gemeinsamen Ring besitzen, und dazu nur zwei proximale Centralkörperkörner aufzuweisen haben.

Sus scrofa L.

(Taf. L, Fig. 19—25.)

Die Spermien des Ebers scheinen bisher nur von Schweigger-Seidel und von Ballowitz genauer untersucht und besprochen zu sein.

Schweigger-Seidel [1]) beschrieb indessen die von ihm untersuchten Säugetierspermien (Schaf, Maus, Igel, Schwein, Meerschweinchen, Kaninchen) in einer für alle so gemeinsamen Darstellung, dass es unmöglich ist, besondere Angaben über die Schweinespermien zusammenzustellen. Aus den fein, aber leider in einem sehr kleinen Massstabe ausgeführten Figuren von diesen Spermien ersieht man, dass er sie in Kopf, Mittelstück und Schwanz einteilte, dass der Kopf oval und stark abgeplattet sowie mit einer Haube versehen ist; ferner dass das Mittelstück ungefähr die Länge des Kopfes hat, aber beim Übergang zu dem Schwanze nicht scharf abgesetzt erscheint; der Schwanz läuft in einen ziemlich langen, feinen Faden aus.

In seiner Abhandlung vom J. 1879 erwähnt Jensen [2]) über diesen Gegenstand nur folgendes: »Beim *Schweine* und *Ochsen*, dessen Samenfäden ich nur vorläufig untersuchte, habe ich die Spiralwindung des Mittelstückes an noch nicht vollständig entwickelten Samenfäden aus den Testikeln beobachtet. Den Central- und Spiralstrang habe ich nicht entdecken können.» Und in seiner Arbeit vom J. 1887 [3]) gibt er eine kleine Figur vom vorderen Ende des Verbindungsstücks einer Schweinspermie, mit in zwei Fäden geteiltem Faden, je mit einem Endknopf; diese Partie mit ihren Knöpfen liegt hinter dem Halsstücke, nicht am Hinterende des Kopfes selbst, wie Ballowitz meint.

In der Arbeit von Ballowitz [4]) sind einige Köpfe (zwei mit Verbindungsstücken) und ein ganzes Spermium

---

[1]) F. Schweigger-Seidel, *Ueber die Samenkörperchen und ihre Entwicklung.* Archiv f. mikrosk. Anatomie. I. Band, 1865.
[2]) O. S. Jensen a. a. O. (S. S. 163, 1. Note).
[3]) O. S. Jensen a. a. O. (S. S. 163, 2. Note).
[4]) E. Ballowitz a. a. O. (S. S. 164, 2. Note).

mit doppeltem Verbindungsstück abgebildet; im Texte, welcher die von ihm untersuchten Spermien in Betreff des Baues zusammen bespricht, kommen mehrere direkte Hinweise auf die Schweinspermien vor. Es ist aber sehr schwer, aus diesen zerstreuten Angaben ein Gesamtbild zusammenzustellen, und da ich dies schon längst bei der Behandlung der Fledermausspermien getan habe, werde ich es nicht hier von neuem tun. Nur einige der besonderen Hinweise mögen hier erwähnt werden. In Betreff des Kopfes, sagt Ballowitz, ist beim Schwein nur etwa das hintere Viertel als Hinterstück vom Vorderstück abgesetzt; nach vorn vom Hinterstück erhebt sich ein halbmondförmiger, heller Innenkörper; eine Kopfkappe ist am reifen Spermium noch vorhanden und bildet vorn ein Gebräme. Das Halsstück des Axenstranges des Schwanzes ist »bereits in seine beiden Hälften zerlegt, so dass sich im 'Halse' zwei dicht neben einander liegende, bisweilen (Schwein) sehr deutlich ein wenig gegen den Kopf hin divergirende Fädchen vorfinden, welche mit ihren Endknöpfchen gleichfalls durch Vermittelung einer spärlichen Kittsubstanz am hinteren Rande des Kopfes sich anheften (Maulwurf, Dachs, Fischotter u. a.)».

Die Fig. 19 meiner Taf. L stellt ein ganz reifes Spermium aus dem Vas deferens dar. Wie man sieht, ist es sogar kürzer als dasjenige des Hengstes. Der Kopf ist aber auffallend grösser, der Schwanz kürzer als bei diesem Tiere. Er ist auch viel mehr abgeplattet, wenn man ihn von der Kante her betrachtet (Fig. 20), indem die beiden Flächen einander beinahe parallel stehen, um vorn und hinten stumpf abgerundet ineinander überzugehen. In dieser Figur 20 sieht man auch, dass der Kopf schräg gestellt ist, so dass er mit dem Verbindungsstück einen Winkel bildet; diese Stellung des Kopfes ist die gewöhnliche. Von der Fläche betrachtet (Fig. 19), zeigt der Kopf eine länglich ovale, hinten quer abgestutzte Gestalt, mit nur wenig gebogenen Seitenrändern, bald mit beinahe geradem, bald und öfters mit deutlich etwas schräg gestelltem Hinterrande und mit schön abgerundetem Vorderrande. An der Kopffläche erkennt man die von Ballowitz beschriebenen Teile, das $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Längendurchmessers der Fläche einnehmende Hinterstück, den Innenkörper, das Vorderstück und das Gebräme des Vorderrandes. Die vordere Grenze des *Hinterstücks* läuft quer über die Fläche, mehr oder weniger gerade, zuweilen etwas schräg. Nach vorn von ihr erhebt sich der helle halbmondförmige *Innenkörper*, welcher in Zenker-Heidenhain'schen Präparaten (Fig. 21) dunkler erscheint. Von der Kante betrachtet (Fig. 20), zeigt der Kopf auch das Hinterstück mit seiner vorderen Grenze, aber nicht deutlich den Innenkörper. An manchen Spermienköpfen (Fig. 23, 22) sieht man aber auch in der Flächenansicht diese Teile nicht. Was bedeuten nun diese Teile? Ich habe mich viel damit bemüht, ihre Erklärung zu finden. Wie Fürst zuerst zeigte, färbt sich das Hinterstück mit Karmin kräftiger als das Vorderstück. An solchen Spermien, wo das Hinterstück besonders dicker ist als das Vorderstück, z. B. an denen des Menschen, kann der Färbungsunterschied gerade hierdurch erklärt werden. Es gibt aber noch eine Ursache. Wenn man die Entwicklung der Spermiden studiert, so findet man, dass die Manschette mit der sie umgebenden Protoplasmahülle sich in der Regel gerade an der vorderen Grenze des späteren Hinterstücks ansetzt und zuweilen sogar eine Einsenkung hier verursacht. Auf der Taf. L habe ich die Figur eines solchen Spermidenstadiums (Fig. 24) mitgeteilt, wo sich diese Verhältnisse zeigen. Ich werde später bei der Darstellung der Spermien mehrerer anderer Säugetiere auf diese Frage zurückkommen. Von der Manschette und der Hülle bleibt am hinteren Umfang des Kopfes eine Art dicht anliegender Schale, welche hier auf dem Kopfe eine dunkle glänzende Kontur hinterlässt, welche jedenfalls dazu beitragen kann, die dunklere Farbe des Hinterstücks hervorzurufen.

Schwieriger ist die Erklärung des *Innenkörpers*. Indessen soll noch einmal betont werden, dass derselbe bei manchen Spermien gar nicht sichtbar ist. Es lohnt sich aber nicht, über seine Natur Hypothesen aufzustellen, bevor man Tatsachen hat, auf welche solche Hypothesen mit einiger Berechtigung gefusst werden können.

Die Kopfkappe ist bei den Spermien des Ebers im ganzen gross. Sie reicht hinten bis an das Hinterstück oder an die Nähe desselben, umschliesst die vorderen Partien des Kopfes und schiesst am vorderen Rande desselben mit einem zwar nicht breiten, aber doch deutlich ausgeprägten Gebräme hervor (Fig. 19, 21, 22, 23) und ist auch in der Kantenansicht (Fig. 20) sichtbar. In der Fig. 24 sieht man die Kopfkappe im Manschettenstadium sehr deutlich; in diesem Stadium hat die Kappe noch eine körnig-scheckige Beschaffenheit.

Am hinteren Rande des Kopfes findet man, besonders an Köpfen, die vom Schwanze abgelöst sind, einen konkaven Ausschnitt (Fig. 23), in welchem der Schwanzansatz gelegen ist. Dieser Ausschnitt, der etwas verschieden ausgebildet sein kann, lässt sich auch an den Spermien, wo der Schwanz noch ansitzt, wahrnehmen (Fig. 19, 21); gewöhnlich ist der Ausschnitt nicht ganz in der Mitte des Kopfrandes befindlich, sondern ein wenig nach der einen Seite hin, welche Seite als die dorsale bezeichnet werden kann; nicht selten ist der dorsale Kopfrand etwas weniger gebuchtet als der andere, der ventrale.

In diesem Ausschnitt (Fig. 19) erkennt man nun drei dunkle Körnchen, die *proximalen Centralkörperkörner*, und hinter ihnen findet sich das nicht gerade kurze, sondern eher relativ lange *Halsstück* (Fig. 19, 20, 21), welches von heller Farbe und, in der Flächenansicht betrachtet, dreieckig mit der Basis gegen den Kopf gerichtet ist. In der Mittellinie dieses Halsstücks bemerkt man einen feinen dunklen Streifen, welcher es in zwei Hälften teilt, und zu beiden Seiten, an der Mitte der Seitenränder, sieht man in der Regel je ein dunkles Körnchen, welche Körnchen als die *vorderen distalen Certralkörper* aufgefasst werden sollen.

In den frühen Entwicklungsstadien (Fig. 24, 25) erkennt man diese Körner und nach vorn von ihnen die drei proximalen Körner (Fig. 25) in der gewöhnlichen Anordnung, nämlich ein Korn an jeder Ecke, das eine mehr nach vorn hin gelegen, und eines zwischen ihnen; ferner erkennt man in diesem Stadium das Meves'*sche Stäbchen*, welches beim Schwein schön ausgebildet wird und von dem am meisten nach hinten hin gelegenen Korn nach aussen-hinten als gerades Gebilde hinausragt; dies Stäbchen bildet mit dem Axenfaden einen spitzen Winkel. Nach hinten von den vorderen distalen Centralkörpern sieht man in beiden diesen Figuren den hinteren distalen Centralkörperring, dessen Wanderung nach hinten noch nicht begonnen hat.

Hinter dem Halsstück sieht man in Fig. 19 das ziemlich schmale *Verbindungsstück*, welches nur wenig länger als der Kopf ist. In den reifen Spermien sieht man in ihm keine Struktur. Ich habe mich auch nicht bemüht, bei diesem Tier die Entwicklung dieses Stückes und die Ausbildung der v. Brunn'schen Körner zu einem Spiralstrang zu verfolgen. Am Verbindungsstück findet sich auch im reifen Zustande fast konstant ein ovaler heller Protoplasmatropfen, in welchem ein gebogenes, halbringförmiges, dunkleres Gebilde eingeschlossen liegt.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist vorn wenig schmäler als das Verbindungsstück, verschmälert sich aber allmählich nach hinten hin, um zuletzt in ein scharf abgesetztes, kurzes, feines *Endstück* überzugehen.

Doppelschwanzspermien sind beim Eber nicht selten. Ballowitz hat ja schon ein solches abgebildet, wo wenigstens zwei Verbindungsstücke sichtbar sind, deren beide Hauptstücke dann wahrscheinlich, wie nicht selten vorkommt, so dicht verkittet waren, dass man ihre Grenze nicht deutlich wahrnehmen konnte. In seiner Beschreibung dieser Gebilde sagt Ballowitz, dass ihr Kopf merklich grösser ist als an den gewöhnlichen Spermien.

In der Fig. 22 teile ich die Abbildung eines solchen Doppelschwanzspermium mit, bei welchem auch die Hauptstücke deutlich getrennt waren; hier ist auch der Kopf merkbar grösser als bei den einschwänzigen (Fig. 19). Der Kopf der in Fig. 21 abgebildeten Spermie ist durch die Behandlung (Zenker-Heidenhain-Xylol-Parafin) etwas geschrumpft und verkleinert.

Dicotyles tajacu L.

(Taf. XLIX, Fig. 1—12.)

Der zu der Fam. Suidae geführte Dicotyles, von dem ich durch den Herrn Hagenbeck ein lebendes männliches, mit Spermien versehenes Ex. einkaufte, bietet Spermien dar, welche von denen des Ebers ziemlich stark abweichen. Die Spermien von Dicotyles sind verhältnismässig klein, sowohl in Bezug auf den Kopf als auf den Schwanz.

Der *Kopf* ist auch hier abgeplattet. Von der Kante gesehen, zeigt er sich wie in Fig. 4 und 5; die Abplattung ist also derjenigen von Sus nicht ähnlich, indem die beiden Flächen bei Dicotyles nicht parallel, sondern nach den beiden Seiten hin konvex sind, und die Gestalt schmal spindelförmig ist, mit der grössten Breite hinter der Mitte und Zuspitzung nach vorn hin. Von den abgeplatteten Seiten betrachtet, zeigt sich der Kopf oval, mit mehr oder weniger starker, querer Abstutzung am hinteren Umfang (Fig. 1, 2, 3); bald ist der hintere Rand mehr gerade (Fig. 1), bald, und öfter, ist er mehr abgerundet (Fig. 2, 3, 6). Man bemerkt an den Flächen ein mehr oder weniger langes Hinterstück (Fig. 1, 2, 6, 7), welches mit einer queren, bald mehr geraden (Fig. 1, 7, 10, 12), bald nach vorn (Fig. 2) oder hinten hin (Fig. 6) buchtigen Grenze vorn endigt, und ein helleres Vorderstück, an dessen vorderem Umfang ein sich in Rosanilin stark färbender grosser, glänzender Kuchen (ein Perforatorium) sitzt; dieses Spitzenstück, welches der Kopfkappe angehört, sitzt bald mützenförmig über der vorderen Kante (Fig. 1. 2, 6), bald nach der einen Seite hinübergeschoben (Fig. 3) und zeigt sich im letzteren Falle als ein ganz abgerundeter Kuchen. In der Kantenansicht des Kopfes (Fig. 4 und 5) sind diese beiden Lageanordnungen auch deutlich. In seltenen Fällen ist dies Spitzenstück nur ganz klein (Fig. 10, 11). Es fällt aber auch zuweilen ab (Fig. 7, 8, 12). Was nun die eigentliche Kopfkappe betrifft, so ist sie sehr dünn und eng und reicht hinten nur etwa zur Grenze des Hinterstücks; in einzelnen Fällen, wenn das Spitzenstück schwach entwickelt ist, kann man die Kappe wie ein Gebräme am vorderen Umfang des Kopfes hervorragen sehen (Fig. 10).

Am hinteren Kopfrand, und zwar gewöhnlich an dessen Mitte, zuweilen aber auch etwas nach der einen Ecke hin, ist der Schwanz befestigt. Hier sieht man zwei *proximale Centralkörperkörner* (Fig. 1, 2, 3), eines an jeder Seite des Ansatzes; ob aber zwischen ihnen noch ein mittleres Korn vorkommt, blieb mir unklar. Das *Halsstück* ist deutlich ausgeprägt, hell, etwa viereckig, verschmälert sich ein wenig nach hinten. Das *Verbindungsstück* hat ungefähr die Länge des Kopfes und zeigt in seiner Hülle jederseits eine Reihe von etwa 8 Körnern, deren Vereinigung zu einer Spiralfaser ich nicht darlegen konnte. Das Tier hatte nur reife Spermien, keine jüngeren Entwicklungsstadien derselben. Am hinteren Ende des Verbindungsstückes liess sich zuweilen der ringförmige *distale Centralkörper* färben (Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9). Der Axenfaden (Fig. 4) liess sich in zwei Fäden auflösen (Fig. 11). Das *Hauptstück* des Schwanzes (Fig. 1) ist 5—6 mal so lang als das Verbindungsstück, verschmälert sich stark nach hinten und läuft ohne deutlich abgesetztes Endstück in einen sehr feinen Faden hinten aus. *Doppelschwanzspermien* wurden auch bei diesem Tier angetroffen. In der Fig. 12 ist ein solches Spermium wiedergegeben, bei welchem die beiden Verbindungsstücke und die Anfänge der Hauptstücke der Schwänze gut getrennt, die hinteren Partien der Schwänze aber, wie oft vorkommt, miteinander verklebt sind.

Cervus elaphus L.

(Taf. LI.)

Über die Spermien des Hirsches habe ich in der betreff. Literatur keine Angaben gefunden.

Die Fig. 1 und 2 der Taf. LI stellen zwei vollständige reife Spermien aus der Epididymis dar, welche zusammen mit der Fig. 4 und den Fig. 13—18 die verschiedenen Variationen der Gestalt des von der Fläche betrachteten Kopfes zeigen. Die Fig. 5 und 6 stellen Köpfe von der Kante dar. Wie man aus allen diesen Figuren ersieht, ist der Kopf des Hirsches ausserordentlich stark abgeplattet, mit, von der Kante gesehen, zwei beinahe parallelen Flächen, die nur vorn mit stumpf abgerundetem Ende zusammenlaufen; die Fig. 6 ist mit Zenker-Heidenhain (Xylol, Parafin) behandelt und deshalb sehr geschrumpft.

Von der Fläche betrachtet, zeigt der Kopf eine etwas wechselnde Form. Zwar ist diese stets eine ovale, mit hinten quer abgestutztem Ende, und vorn mit breitem, schön abgerundetem Umfang, aber die Seitenränder sind bei den einzelnen Spermien verschieden gebogen, indem sie bald mehr gerade (Fig. 1), bald mehr konvex gekrümmt sind (Fig. 2, 4); bald ist der eine Rand mehr gebogen (Fig. 4), und dann lässt sich ein ventraler (der gebogenere) und ein dorsaler Rand unterscheiden. Wenn beide Ränder stärker gebogen sind (Fig. 2), ist der Kopf im ganzen breiter. An der Kopffläche unterscheidet man ein verschieden langes Hinterstück mit in der Regel konkaver vorderer Grenzlinie; zuweilen lässt sich auch ein »Innenkörper» wahrnehmen (Fig. 1, 7, 13, 16).

Eine Kopfkappe ist an den reifen Spermien stets vorhanden, wenn sie nicht abgestreift ist. Diese Kappe ist, wie die Fig. 1, 2, 4 zeigen, von etwas wechselnder Grösse, mit bald ganz schmalem, bald breiterem vorderem Gebräme (Fig. 1, 2), welches zuweilen sogar an den Seiten noch weiter hinausragen kann (Fig. 4). An diesen Köpfen sieht man nun auch, dass die hintere Grenzlinie der Kopfkappe mit nach hinten konkavem Rande endet, und zwar gerade dort, wo man glaubt, dass der vordere Rand des sog. Innenkörpers liegt; hier ist zwischen diesem Rande der Kappe und dem Vorderrande des Hinterstücks ein helles bikonvexes Feld vorhanden, welches nur von einer sie verbindenden, äusserst dünnen, aus dem Protoplasma entstandenen Hülle bedeckt wird.

In den Fig. 13—18 sind, wie erwähnt, noch einige Variationen von Köpfen wiedergegeben, von denen einige kleiner als die oben beschriebenen sind. In Fig. 13 findet sich ein glänzender Knopf, eine Art Spitzenstück, welches aber nur ganz ausnahmsweise vorkommt. In Fig. 14 sieht man zwischen der Kopfkappe und dem Hinterstück ein helles Querband, welches in der Fig. 15, die einen mit Zenker-Heidenhain behandelten Kopf darstellt, als ein dunkles, dickeres Querband erscheint. Die Fig. 16 ist besonders interessant, weil es sich hier ganz deutlich zeigte, dass das »Hinterstück» einer die hintere Partie des Kopfes umgebenden, ziemlich dicken Hülle entsprach, welche teilweise in Fetzen abgelöst und zurückgebogen war. In Fig. 18 ist diese Vordergrenze des »Hinterstücks» mit ganz unregelmässiger Vordergrenze versehen.

Der Hinterrand des Kopfes ist bald mehr gerade oder wenig konkav (Fig. 1, 2, 14, 17), bald mit einer stärkeren Konkavität, einem Ausschnitt (Fig. 4, 13, 15, 16 etc.), versehen, in welche der Schwanz befestigt ist. Es finden sich hier die drei *proximalen Centralkörperkörner* sehr deutlich (Fig. 1, 2, 3, 4) und hinter ihnen das vorn breitere, nach hinten sich verschmälernde, ziemlich kurze, aber gut markierte, helle *Halsstück*, an dem man von jedem Korn einen nach hinten ziehenden dunklen Streifen sieht; ob nun diese Streifen wirklich Fäden, wie

man meint, und nicht eher flächenhaften Belegen der Axenfäden des Halsstücks entsprechen, ist äusserst schwer zu entscheiden; wenn man den Tubus erhebt und senkt, verschwinden die Streifen in der Regel nicht sogleich, was eher für die letztere Deutung spricht.

Am Anfang der Hülle des Verbindungsstücks sieht man mehr oder weniger deutlich zwei Körner (Fig. 1, 2, 3, 4, 5), welche die *vorderen distalen Centralkörperkörner* ausmachen. In der Hülle selbst erkennt man, obwohl in der Regel nur undeutlich, dunkle Körner, welche in einer Anzahl von 12—13 beiderseits an dem Rande in gewissen Abständen gelegen sind (Fig. 4) und entweder noch wirklichen Körnern oder optischen Durchschnitten einer Spiralfaser entsprechen. Die Verhältnisse, die in dem in Fig. 3 wiedergegebenen Präparate in einem Oberflächenbild zu sehen sind, lassen in der Tat das Vorhandensein einer Spiralfaser als plausibel annehmen. In der Fig. 1 und 4 sind aber die Windungen derselben dichter, und in Fig. 2 sind die Körnchen kaum wahrnehmbar. Das Verbindungsstück ist im ganzen schmal; es ist ungefär $1^1/_2$ mal so lang als der Kopf. An seinem hinteren Ende kann man oft die zwei optischen Durchschnitte des *distalen Centralkörperringes* erkennen (Fig. 1, 2, 3).

An unreifen Spermien (Spermiden) findet man um den Axenfaden die v. Brunn'schen Körner in schönem, regelrechtem Beleg (Fig. 7, 8) mit den drei proximalen Centralkörperkörnern am Vorderende des Halsstücks, den beiden vorderen distalen Centralkörperkörnern, von denen, wie gewöhnlich, das eine grösser ist, am Hinterende desselben Stückes, sowie mit dem hinteren distalen Centralkörperring am Ende des Verbindungsstückes. Die Fig. 9, 10, 11, 12 stellen unreife Spermien dar, an denen die v. Brunn'schen Körner mehr oder weniger abgelöst oder verschoben sind; in allen sieht man den entblössten Axenfaden, welcher in Fig. 12 in zwei Fäden zerspalten ist, ferner den hinteren Centralkörperring, welcher beim Hirsch an einer Seite dicker und gleichsam verdoppelt erscheint; am Vorderende des Stückes erkennt man die vorderen distalen Centralkörper, besonders den grösseren (Fig. 11, 12); in Fig. 11 sieht man das in diesem Stadium sehr breite Halsstück mit dem mittleren Streifen, welcher das Stück in zwei Seitenpartien teilt.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist $3^1/_2$—$3^3/_4$ mal so lang als das Verbindungsstück. Vorn fängt es dicker an, nur wenig schmäler als das Verbindungsstück, es verschmälert sich aber nach hinten hin immer mehr und läuft zuletzt in ein äusserst kurzes, aber doch deutlich abgesetztes *Endstück* hinaus.

Doppelschwanzspermien kommen auch bei diesem Tier vor, aber auch andere Arten von Vermehrung der Schwänze. In Fig. 20 ist ein solches wiedergegeben, wo das Verbindungsstück einfach erscheint, während das Hauptstück verdoppelt ist, indem die beiden Fäden einander parallel verlaufen, um dann nach hinten hin miteinander verkittet zu werden. Beim Hirsch traf ich aber dann noch ein *Trippelschwanzspermium*, das in Fig. 19 wiedergegeben ist. Vom hinteren Kopfende gingen drei Schwänze ab, deren drei Verbindungsstücke dicht beisammen lagen, aber doch deutlich unterschieden werden konnten, und deren Hauptstücke scharf ausgeprägt waren.

Alces alces (L.).

(Taf. LII, Fig. 13—23.)

Die Spermien des Elches sind in der Literatur meines Wissens bisher nur von Carl M. Fürst (1887) besprochen. Aber auch er äussert von ihnen nur folgendes: »Auch der Elch hat denen des Stiers ganz gleiche Samenkörper, und zwar sowohl hinsichtlich der Form als der Reaktion. Der Kopf 0,008 mm.» Abbildungen gab er nicht.

Durch die Vermittelung meines Freundes Prof. Einar Lönnberg gelang es mir, das nötige Material von diesem Tiere zu bekommen. Die Fig. 13 stellt ein vollständiges reifes Elchspermium von der breiteren Kopffläche betrachtet, und Fig. 14 eins von der schmalen Kopfkante dar. Diese Köpfe sind also stark abgeplattet, mit beinahe parallelen Flächen. Die Gestalt dieser Flächen ist oval mit breiterem, vorn schön abgerundet endendem Vorderteil und schmalem, hinten quer abgestutztem Hinterteil; die Seitenränder sind ziemlich schwach gebogen, der eine, der dorsale, weniger, der andere, der ventrale, etwas mehr; hiermit stimmt überein, dass der Schwanzansatz in der Regel mehr oder weniger nach der dorsalen Ecke des Hinterrandes gerückt ist (Fig. 13), obwohl dies auch Ausnahmen unterliegt (Fig. 15). An der Flächenseite unterscheidet man auch bei diesem Tier die bei anderen Säugetierspermien gewöhnlich vorkommenden Partien, das s. g. Hinterstück und das Vorderstück mit dem s. g. Innenkörper. Auch hier ist eine Kopfkappe noch vorhanden, welche vorn ein schmales Gebräme hat, das sich an den beiden Seitenrändern allmählich verschmälert (Fig. 13); zuweilen ist das Gebräme grösser und die ganze Kopfkappe stärker entwickelt, mit hellen Körpern in ihrer Masse versehen (Fig. 17); zuweilen sammelt sich am vorderen Rande eine etwas dickere Masse, welche als eine Art »Perforatorium» erscheint (Fig. 15); dieser Kopf stellt eine Variation

dar, welche eine mehr regelmässige Form als der in Fig. 13 abgebildete darbietet und auch den hinteren Rand abgerundet, mit mittlerem Schwanzansatz, hat; in der Fig. 15 fehlt der »Innenkörper», und das Vorderstück endet mit gerader Quergrenze an dem Hinterstück, welches an den Seitenrändern deutlich eine doppelte Kontur zeigt; offenbar findet sich hier eine dicht anliegende, ziemlich starke, schalenförmige Hülle, welche vorn an der queren Grenzlinie endigt; dasselbe lässt sich auch in Fig. 13 erkennen.

Dass die Gestalt des Kopfes wechseln kann, zeigen schon die Fig. 13, 15, 17 und 20, aber auch Köpfe von der in Fig. 19 wiedergegebenen Form kommen vor, in denen also das Hinterstück schmal konisch ausgezogen ist. Die Fig. 18 stellt ein mit Zenker-Heidenhain (Xylol-Parafin) behandeltes Spermium dar, welches deshalb besonders geschrumpft ist.

Am *Schwanz*ansatz sind drei scharf hervortretende *proximale Centralkörperkörner* sichtbar und nach hinten von ihnen ein ziemlich breites, nach hinten hin sich verschmälerndes, helles *Halsstück*, an dessen Mitte ein fadenförmiger dunkler Streifen vom mittleren Korn nach hinten zieht. Diese drei Körner sind schon beim ansitzenden Kopf (Fig. 13, 15) deutlich nachweisbar, aber noch prägnanter, wenn der Kopf vom Schwanze abgelöst ist (Fig. 16, 22). Die *vorderen distalen Centralkörperkörner* sind an den unreifen Spermien (Fig. 20, 22) deutlich vorhanden, besonders eines von ihnen; an den reifen kann man sie auch am Übergang vom Halsstück zum Verbindungsstück (Fig. 15, 15, 19) spüren, v. a. aber das grössere von ihnen (Fig. 15).

Das *Verbindungsstück* zeigt etwas wechselnde Länge; bald ist es nur etwa $1^1/_4$ Mal, bald $1^1/_2$ Mal so lang als der Kopf; es ist ziemlich schmal und bietet in seiner den Axenfaden umgebenden Hülle (Fig. 21) eine nur undeutlich ausgesprochene Körnigkeit (Fig. 13, 14, 15, 16, 19) dar; es ist deshalb schwer zu entscheiden, ob diese dunklen Körner optischen Durchschnitten einer Spiralfaser entsprechen. Am Hinterende erkennt man zuweilen die zwei Körner, welche optische Durchschnitte des hinteren *distalen Centralkörperringes* sind (Fig. 13, 15, 16, 17). Am unreifen Spermium (Fig. 22) finden sich die v. Brunn'schen Körner in der gewöhnlichen Anordnung. An den reiferen nimmt man zuweilen eine eigentümliche Beschaffenheit wahr, welche schwer verständlich ist; nach aussen von der eigentlichen Hülle (Fig. 17) sieht man eine Anzahl heller Körner, welche meistens in regelmässigen Entfernungen von einander liegen und sogar eine spiralige Anordnung angeben; wahrscheinlich sind diese Körner Überbleibsel des das Verbindungsstück in früheren Stadien umgebenden Protoplasmaklumpens. In dem in Fig. 20 dargestellten Spermium liegt ein ähnliches Verhältnis vor; hier liegen aber die äusseren Körner nur unregelmässig angeordnet; bei demselben Spermium ist im Zusammenhang mit diesen Körnern noch ein Protoplasmatropfen vorhanden, und in ihm liegt auch ein dunklerer gebogener Kuchen von derselben Art, wie bei vielen anderen reifen Säugetierspermien; der Protoplasmatropfen mit dem Kuchen liegt, wie es so oft in solchen Fällen vorkommt, in dem Winkel des zusammengebogenen Verbindungsstückes. Derartige Protoplasmatropfen mit Kuchen finden sich sehr oft an den Elchspermien, und zwar bald in der Nähe des Kopfes (Fig. 15), bald mehr oder weniger weit nach hinten hin (Fig. 13), sie sind aber gewöhnlich an Grösse reduziert. Sie werden leicht abgerissen; in Fig. 19 ist der Tropfen teilweise abgelöst.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist schon vorn etwas schmäler als das Verbindungsstück und verschmälert sich nach hinten hin immer mehr, um zuletzt in ein verhältnismässig langes, feines *Endstück* überzugehen (Fig. 13). Das Haupt- und Endstück zusammen sind etwa viermal so lang als das Verbindungsstück. Den Axenfaden im Hauptstück sieht man auch in Fig. 21.

Doppelschwanzspermien kommen auch beim Elche vor. Die Fig. 23 gibt die vordere Partie eines solchen wieder; am hinteren breiten Umfang des sehr grossen Kopfes erkennt man sehr schön den Ansatz der beiden Schwänze mit ihren je drei proximalen Centralkörperkörnern, sowie mit den vorderen je zwei distalen Körnern und den distalen Ringen. Die Verbindungsstücke sind voneinander scharf getrennt, ebenso die Hauptstücke.

Rangifer tarandus (L.).

(Taf. LII, Fig. 24–31.)

Das Material zur Untersuchung der Spermien des Renntiers habe ich ebenfalls durch die gütige Beihülfe des Prof. Einar Lönnberg bekommen.

Die reifen, in der Epididymis angetroffenen Spermien zeigten die Gestalt, die in Fig. 24 wiedergegeben ist. Sie sind etwas länger als die des Elchs und nur sehr wenig länger als die des Edelhirsches. Ihr Kopf ist aber kürzer als bei diesen Tieren; er hat auch im ganzen, von der breiten Fläche betrachtet, eine etwas andere Form. Von

der Kante gesehen (Fig. 25), zeigt er sich jedoch abgeplattet, wie beim Elch und Hirsch. In der Flächenansicht (Fig. 24) hat er eine breit ovale Gestalt, mit ziemlich stark abgerundeten Seitenrändern und mit hinterer querer Abstutzung; der Hinterrand kann bald sogar etwas konkav sein (Fig. 24), bald ist er aber abgerundet (Fig. 26, 27). Man unterscheidet an ihm, wie bei den anderen, das dunklere Hinterstück, den Innenkörper und das Vorderstück mit der Kopfkappe. Diese letztere sitzt in der Regel dicht um den Kopf als dünnes Häutchen und ragt nur vorn als ein dunkleres, schmal halbmondförmiges Gebräme vor dem eigentlichen Kopfrande hinaus. Zuweilen ist sie jedoch dicker und sitzt als eine helle Schale auf dem Kopf (Fig. 27). Am hinteren Kopfumfang erkennt man, an der Ansatzstelle des Schwanzes, die drei Körner des *proximalen Centralkörpers* (Fig. 24, 25, 27, 28) und hinter ihnen das ziemlich kurze, breite, helle *Halsstück* mit den hinter diesem befindlichen zwei vorderen *distalen Centralkörper*körnern. Das Verbindungsstück zeigt eine nur undeutlich körnige Beschaffenheit, ohne alle sicheren Andeutungen einer Spiralfaser. In unreifen Stadien findet man aber hier um den Axenfaden herum die v. Brunn'schen Körner (Fig. 29) und am Hinterende des Stückes den *distalen Centralkörperring;* dieser lässt sich auch in den reifen Spermien spüren (Fig. 24, 25, 26, 27, 28).

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist vorn etwas schmäler als das Verbindungsstück, verschmälert sich nach hinten hin immer mehr und läuft in ein feines *Endstück* aus, welches ungefähr ebenso lang ist wie bei dem Elch, aber viel länger als beim Hirsch.

Beim Renntier sah ich keine Doppelschwanzspermien; dagegen fand ich im Hoden eine Menge schöner Spermidenstadien. Wegen Mangel an Raum auf der Tafel kann ich hier nur zwei Abbildungen von solchen mitteilen. Die Fig. 30 stellt eine solche Spermide dar, wo der ganze Protoplasmaklumpen mit seinen zahlreichen Körnern noch unbeschädigt anhängt und der Schwanzfaden vom Kopfende durch denselben zieht, um dann frei hinauszuragen. Die Kopfkappe erhebt sich noch hoch über das vordere Kopfende und hat vorn eine verdichtete glänzende Partie, eine Art Perforatorium. Hinter dem hinteren Rande der Kappe ist, wie gewöhnlich, ein kleiner Zwischenraum, und dann folgt mit scharfer Grenze das Hinterstück mit seiner dicken, schalenförmigen Hülle; am hinteren Kopfumfang sieht man den proximalen Centralkörperapparat mit einem starken Meves'schen Stäbchen, dessen freies Ende knopfförmig verdickt ist; hinter ihnen sind die beiden distalen Centralkörperkörner und hinter diesen ein starker distaler Ring. Die Manschette schliesst sich röhrenförmig um den Centralkörperapparat; man kann sie nach vorn bis auf das Kopfhinterende und auch hinten eine Strecke in den Protoplasmaklumpen hinein verfolgen. Um den Schwanzfaden haben sich in diesem Stadium, wie gewöhnlich, noch keine v. Brunn'schen Körner angeordnet.

Die Fig. 31 stellt eine Spermide von der Kopfkante mit dem Centralkörperapparat dar, an dem kein Meves'sches Stäbchen vorhanden ist. Die Kopfkappe hängt hinten mit einer dünneren Hülle zusammen, welche sich dem hinteren Kopfende anschmiegt und in die Manschettenröhre übergeht.

Capra.

(Taf. LII, Fig. 1—12.)

Vom Genus Capra, über dessen Spermien ich in der Literatur keine Darstellungen fand, habe ich diejenigen einer Bastarde von der Hausziege (*Capra hircus* L.) und einer ostindischen Ziege untersucht. Das Material wurde mir vom Intendanten des hiesigen zoolog. Gartens Skansen, Herrn Alarik Behm, gütigst überlassen. Als Bastarde zweier Ziegenarten dürfte dieses Tier wohl in seinen Spermien die wesentlichen Charaktere des Genus Capra erhalten haben.

Dig Fig. 1 stellt ein vollständiges reifes solches Spermium dar. Es ist ziemlich lang, ungefähr wie beim Edelhirsch und Renntier. Der *Kopf* hat ungefähr die Länge des Hirsches, kann aber etwas wechseln, sowohl grösser wie kleiner als in Fig. 1 sein. Derselbe ist ziemlich stark abgeplattet (Fig. 2), obwohl nicht so sehr wie bei den Spermien der anderen von mir beschriebenen Huftiere. Er ist, von den breiten Flächen betrachtet (Fig. 1), schmal oval, mit der grössten Breite vor der Mitte und mit wenig konvexen lateralen Rändern, mit starker vorderer Abrundung und hinterer querer Abstutzung sowie mit konkaver Einbiegung des hinteren Randes. An diesen breiten Flächen erkennt man, wie bei den anderen Huftieren, das Hinterstück mit dessen querer oder gerader Grenzlinie, ferner oft den hellen Innenkörper und nach vorn davon das Vorderstück mit der dasselbe umhüllenden *Kopfkappe*, welche vor dem vorderen Umfang des eigentlichen Kopfes als ein Gebräme hervorschiesst, das eine undeutlich körnige Beschaffenheit darbietet (Fig. 1, 3, 8, 9. 10, 11). In der Kantenansicht (Fig. 2) erscheint

dies Gebräme als ein Knopf, wie ein Perforatorium (Fig. 2). Die Fig. 3 und 11 stellen Zenker-Heidenhain'sche Präparate dar; Fig. 10 ist deshalb interessant, weil sowohl die Kappe selbst als die Hülle des Hinterstücks in Fetzen zerrissen und teilweise abgelöst sind; die letztere Hülle scheint hier, wie bei anderen Säugetieren, den Anlass zur Annahme einer besonderen Abteilung des Hinterstücks am Kopfe gegeben zu haben.

Am Kantenbild des Kopfes (Fig. 2) findet man, dass die begrenzenden Ränder nicht ganz einfach sind, sondern dass nach aussen von den inneren Kantenrändern noch zwei äussere vorkommen, welche darauf deuten, dass die mittleren Partien der beiden breiten Flächen stärker ausgebuchtet sind.

Am hinteren queren Rand des Kopfes finden sich in der eingebuchteten Stelle, welche bald grösser, bald geringer ist und zuweilen näher der einen Seitenecke liegt, die drei *proximalen Centralkörperkörner* (Fig. 1). Diese Körner treten, wie gewöhnlich, noch deutlicher hervor, wenn der Kopf vom Schwanze abgetrennt ist, indem sie dann fast immer am Halsstück des Schwanzes haften (Fig. 4). An den reifen Spermien sieht man in der Regel nicht oder nur andeutungsweise die vorderen distalen Centralkörperkörner; in Fig. 1 ist das eine von diesen an der Grenze zwischen dem Halsstück und dem Verbindungsstück angedeutet. Das Halsstück ist in der Regel kurz und nach hinten hin verschmälert.

Das *Verbindungsstück* des reifen Spermiums (Fig. 1, 2), ist ziemlich schmal und nach hinten allmählich noch schmäler; es ist $1^1/_2$ mal so lang als der Kopf und zeigt in der Hülle nur ganz undeutlich eine körnige Beschaffenheit, noch weniger eine deutliche Spiralfaser. Nach dem Verhalten bei Ovis (und Bos) ist es jedoch ganz möglich, dass auch bei Capra ein solcher Bau in gewissen jüngeren Stadien nachweisbar ist. Mir gelang es aber nicht, solche Stadien anzutreffen. Dagegen fand ich Spermiden, in welchen v. Brunn'sche Körner vorhanden waren und sich sogar teilweise in Spiralen angeordnet hatten, ohne jedoch noch zu einer Faser verschmolzen zu sein. Die Fig. 5 und 6 sind solche interessante Stadien; wie man sieht, sind die Körner noch recht gross, und die Spiralanordnung derselben um den Axenfaden herum noch nicht fertig. In Fig. 7 sind alle die Körner abgestreift, nur der *Axenfaden* ist geblieben und in zwei Fäden gespalten. In allen drei Figuren (5, 6, 7) ist das grössere *vordere distale Centralkörperkorn* schön erhalten, und in Fig. 7 findet sich der *hintere distale Centralkörperring* an seinem schliesslichen Platz und noch recht gross.

Das in Fig. 1 abgebildete Spermium zeigt an der gebogenen Stelle des Verbindungsstücks den noch bei reifen Spermien mancher Säugetiere so gewöhnlich vorkommenden Protoplasmaklumpen mit dem eingeschlossenen ovalen, gekrümmten Kuchen.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist kaum $3^1/_2$ Mal so lang als das Verbindungsstück. Es verschmälert sich vom vorderen dickeren Teil immer mehr nach hinten und läuft zuletzt in ein ganz kurzes Endstück aus (Fig. 1).

Doppelschwanzspermien kommen auch hier vor; die Fig. 12 stellt ein solches mit grossem Kopf und parallelen, hinten verklebten Schwänzen dar.

Ovis aries L.

(Taf. LIII, Fig. 18—34.)

Was die Spermien vom Schafbock betrifft, so sind sie mehrmals der Gegenstand von Untersuchungen gewesen.

Im J. 1865 hat schon Schweigger-Seidel[1]) sie, obwohl leider in sehr kleinem Massstabe, abgebildet und ihre Zusammensetzung aus Kopf, Mittelstück und Schwanz hervorgehoben; eine besondere Beschreibung dieser Spermien gab er aber nicht.

Im J. 1879 teilte Jensen[2]) mehrere Abbildungen von Schafspermien mit und beschrieb eingehender das s. g. Mittelstück. Am hinteren Teil desselben sah er bei fast vollständig entwickelten Spermien sehr deutlich mehrere Spiralwindungen, die kürzer als bei dem Pferde waren; am vorderen Teil wurden die Windungen dichter und schwerer wahrzunehmen. Durch natürliche Maceration (Fäulnis) tritt der Spiralstrang deutlicher hervor und löst sich schliesslich ab, so dass der gerade Centralstrang zurückbleibt. Bei ganz reifen Spermien aus den Vasa deferentia konnte er dagegen am Mittelstück keine Spur einer Spiralbildung sehen und in demselben gar nicht zwei Stränge entdecken; er glaubte, dass dies dadurch erklärt werden könnte, dass die Stränge wachsen und die Windungen im reifen Zustande sich einander stark nähern.

---

[1]) Schweigger-Seidel, a. a. O. (S. O. S. 165, 1. Note).
[2]) O. S. Jensen, a. a. O. (S. O. S. 163, 1. Note).

In seiner späteren Abhandlung vom J. 1887[1]) teilte Jensen eine neue Abbildung eines reifen Schafspermiums mit, an dessen Verbindungsstück keine Spiralfaser sichtbar war; er polemisierte hier auch gegen die Ansicht von Ballowitz, dass der Axenfaden des Schwanzes durch das Halsstück zum Kopfe empordringt.

Fürst[2]) fand den Kopf der Schafbockspermien mit dem des Stieres so übereinstimmend, dass sie kaum unterschieden werden können. Beim Schafbock ist der Kopf jedoch etwas länger (0,01 mm). Den Reagenzien gegenüber verhalten sie sich gleich. Durch Maceration (nach Jensen) konnte er sich nicht vom Vorhandensein einer Spiralfaser überzeugen.

Schliesslich hat Ballowitz[3]) im J. 1891 zwei Köpfe und zwei Verbindungsstücke von Schafbockspermien abgebildet und in dem Texte seiner betreff. Arbeit über die Spermien der Säugetiere auch verschiedene spezielle Angaben hinsichtlich der Schafbockspermien geliefert, und zwar sowohl betreffs der fibrillären Struktur des Axenstranges (des Axenfadens) als der beiden Fäden desselben im Halsstück, wo dieselben zuletzt mit je einem Endknöpfchen vorn endigen. Beim Schafbock sah er am Kopfe das Hinterstück und das Vorderstück mit der Grenze zwischen ihnen; ferner auch die Kopfkappe als persistierende Bildung.

Was nun meine eigenen Untersuchungen über die Spermien des Schafbocks betrifft, so war ich natürlich a priori vorbereitet, keine auffallenden Verschiedenheiten von denen der anderen Ungulaten, v. a. von denen der Capra, zu finden. Wie bei den anderen, wechseln ja auch beim Schafbock die Grösse und die Form des Kopfes etwas. Bei einem genaueren Studium traten aber gewisse spezielle Charaktere hervor, welche sie von den anderen unterscheiden. Der Kopf der Schafbockspermien ist in der Regel etwas grösser und hat mehr konvexe Seitenränder als bei der Ziege; ferner ist das Verbindungsstück, sowie auch das Hauptstück etwas länger.

Der *Kopf* des Schafbocks ist in der Flächenansicht im ganzen schmal oval, mit der grössten Breite an der Mitte und mit stärkerer Verschmälerung nach hinten hin, wo die quere Abstutzung des Hinterrandes mit ausgeprägten Seitenecken vorhanden ist. In dieser Flächenansicht erkennt man ungefähr an der Grenze des hinteren Drittels die gewöhnlich nach vorn hin etwas konkav gebogene Grenzlinie des Hinterstücks, sowie vor derselben den Innenkörper mit seiner konvexen vorderen Grenzlinie und vor demselben das Vorderstück mit der Kopfkappe. Diese letztere, welche bald mehr, bald weniger weit nach hinten hin ragt und deren hintere Grenzlinie zuweilen scharf hervortritt (Fig. 19), oft aber verschwommen erscheint, sitzt im ganzen der vorderen Partie des Kopfes dünn und eng an, erhebt sich aber vom Vorderrande des eigentlichen Kopfes auch beim Schafbock als ein mehr oder weniger hervorragendes Gebräme, in welchem zuweilen glänzende tropfenähnliche Körper vorhanden sind (Fig. 18, 19, 20, 21, 34). In einzelnen Fällen findet man nun auch, statt der gewöhnlichen Kopfkappe, einen grösseren Protoplasmaklumpen dem Vorderstück ansitzend, und dieser Klumpen kann sogar bedeutende Dimensionen annehmen (die nicht numerierte Fig. nach unten von Fig. 23 der Taf. LIII).

Von der Kante betrachtet (Fig. 22, 23, 24), zeigt sich der Kopf stark abgeplattet mit ziemlich parallelen seitlichen Konturen; am Vorderende ragt das Kappengebräme knopfähnlich hervor. An den Seiten dieses Kantenbildes sieht man in der unteren Hälfte jederseits eine eigentümliche Einknickung der oberen Seitenränder sowie eine mehr oder weniger starke Ausbuchtung unter ihnen; es kann diese Tatsache nur dadurch erklärt werden, dass die Seitenkanten selbst eingekniffen und die zwischen ihnen gelegenen Partien der breiten Flächen des Hinterstücks etwas ausgebuchtet und erhaben sind; die Fig. 24 zeigt dies in ausgeprägter Weise.

Der Kopf ist mit seinem Längsdurchmesser gewöhnlich nicht ganz in dieselbe Linie wie die Schwanzaxe gestellt, sondern beide bilden miteinander einen Winkel, der jedoch selten stark ausgesprochen ist (Fig. 22, 23, 24), jedenfalls in der Regel nicht so stark wie beim Eber.

Am Hinterrande des Kopfes findet sich ungefähr in der Mitte, zuweilen aber etwas nach der einen Seite hin, eine seichte Einbuchtung, in welche das vordere Schwanzende eingefügt ist. Hier erkennt man wieder die drei kleinen *proximalen Centralkörperkörner* (Fig. 18, 19, 20, 21), welche jedoch noch viel schärfer am vorderen Schwanzende hervortreten, wenn der Kopf abgelöst ist (Fig. 25). Das *Halsstück* ist im allgemeinen kurz und ziemlich breit, mit der gewöhnlichen Erweiterung nach vorn hin; es kann aber zuweilen auch länger sein (Fig. 20). Am hinteren Ende desselben oder am Anfang des eigentlichen Verbindungsstücks findet man, mehr oder weniger stark ausgeprägt, die beiden oder das eine, grössere, der zwei *vorderen distalen Centralkörperkörner*. In Fig. 18 sieht man die beiden Körner, in Fig. 19 und 20 das eine von ihnen. In den frühen unreifen Stadien, wie in Fig. 30, erkennt

---

[1]) O. S. Jensen, a. a. O. (S. o. S. 163, 2. Note).
[2]) Carl M. Fürst, a. a. O. (S. o. S. 153, 1. Note).
[3]) E. Ballowitz, a. a. O. (S. o. S. 164, 2. Note).

man den *Centralkörperapparat* in seiner ausgeprägten Anlage, nämlich vorn die drei proximalen Körner mit einem von dem ventral gelegenen Korn hinausgehenden, schön ausgebildeten, stark nach hinten ragenden geraden Meves'schen Stäbchen, dessen Ende zu einem kleinen Knöpfchen verdickt ist; etwas nach hinten von den proximalen Körnern sieht man in derselben Figur die beiden vorderen distalen Körner, von denen das eine (dorsale) grösser ist; etwas nach hinten von ihnen befindet sich der distale Centralkörperring, welcher aber hier noch einen hinteren Anhang, in der Gestalt einer kurzen, dünnen, hinten offenen Röhre hat. Die Fig. 29, wo der Schwanz vom Kopfe abgelöst ist, gibt beinahe dieselben Strukturverhältnisse wieder, obwohl die Körner hier dichter zusammenliegen und nicht so deutlich einzeln hervortreten. In den Fig. 31 und 32 sind schliesslich zwei Spermiden in ungefähr demselben Stadium, wie die in den Fig. 29 und 30 abgebildeten Partien von solchen, dargestellt. Man sieht hier die Köpfe mit ihren verschieden gestalteten Kopfkappen vorn ansitzend, sowie hinten mit ihren Manschetten, in Fig. 30 aus dem Protoplasmaklumpen gerissen, in Fig. 31 mit diesem bewahrt und selbst sehr lang; vom Schwanzfaden konnte des Raumes wegen nur der vordere Teil mitgenommen werden; an seinem vorderen Ende sieht man deutlich den dorsalen vorderen distalen Centralkörper und den distalen Ring; die proximalen Körner treten in Fig. 32 ziemlich, in Fig. 31 nicht deutlich hervor.

Das *Verbindungsstück* der reifen Spermien ist ziemlich schmal, mit glatter Oberfläche und ohne deutliche Körner in seiner Hülle. Es ist ungefähr $1^1/_2$ Mal so lang wie der Kopf. Wenn die Hülle abgestreift oder in Querstücke zerbrochen wird (Fig. 21, 24), sieht man den Axenfaden; in der Hülle treten aber weder Körner, noch eine Spiralfaser deutlich hervor. In den unreifen Spermien aus den Hoden gelang es mir aber, Spermiden sowohl mit v. Brunn'schen Körnern in gewöhnlicher Beleganordnung (Fig. 28) als solche mit den Körnern in schöner Spiralanordnung (Fig. 26) zu finden, welche letztere die alten Befunde Jensen's bestätigt. In meinen Präparaten konnte man indessen in den Spiralsträngen noch die einzelnen Körner unterscheiden; wahrscheinlich können die Körner in einem späteren Stadium noch mehr zusammenfliessen, so dass man ihre Grenzen nicht mehr sieht; und sie werden dann zugleich kleiner, so dass eine dünnere Spiralfaser vorzuliegen scheint, und schliesslich werden sie so in der Hülle eingeschlossen, dass man sie im reifen Stadium nicht mehr erkennt.

Am hinteren Ende des Verbindungsstückes sieht man bei den unreifen Spermien gewöhnlich den distalen Centralkörperring noch als ein recht dickes, oft sogar mit einem Fortsatz (Fig. 28) versehenes Gebilde. In Fig. 27, wo die Spiralbildung in der Hülle des beinahe reifen Spermiums noch erkennbar ist, sieht man von dem Ring zwei Fortsätze hinausragen.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist vorn etwas schmäler als das Verbindungsstück, wird aber nach hinten hin immer mehr verschmälert und läuft zuletzt in ein gut abgesetztes, nicht gerade kurzes, feines *Endstück* aus. An Hauptstücken, von denen die Hülle stellenweise abgerissen war, trat der Axenfaden deutlich hervor; in der Hülle selbst konnte ich keine Struktur nachweisen, was jedoch keineswegs beweist, dass eine feinere Struktur in ihr vorhanden sein kann; ich konnte aber dieser Frage nicht hinreichend viel Zeit widmen.

Doppelschwanzspermien kommen nicht selten vor. Die Fig. 34 gibt ein solches wieder. Die Schwänze sind schon von Anfang an, wo sie in je einer Konkavität am hinteren Rand des ziemlich grossen Kopfes befestigt und mit je drei proximalen Centralkörperkörnern versehen sind, sehr gut getrennt. Die Halsstücke sind hier lang und an ihrer Mitte mit je einem breiten Ringe versehen, dessen Natur nicht deutlich ist; diese Ringe können nämlich, was wohl wahrscheinlich ist, vordere, abgetrennte Teile der Hülle des Verbindungsstückes sein, indem die hinten folgenden Teile der Hülle abgestreift sind; dann sind diese Teile auch nicht als zu den Halsstücken gehörig zu betrachten. Eine andere Deutung wäre, die Ringe als abgeplattete vordere distale Centralkörper aufzufassen; diese letztere Deutung ist aber sehr unwahrscheinlich, obwohl eine solche Abplattung der Körner vorkommen kann.

Bos taurus L.

(Taf. LIII, Fig. 18—34.)

Die Spermien des Stiers sind schon mehrmals, sowohl hinsichtlich des Baues der reifen Spermien als der Spermiogenese, Gegenstand von Untersuchungen gewesen.

Im Jahre 1881 beschrieb ich in der Mitteilung[1]), in welcher ich darzulegen suchte, dass das Mittelstück Schweigger-Seidel's das vordere Stück des Schwanzes ist, und es als das Verbindungsstück des Schwanzes bezeichnete,

[1]) Gustaf Retzius, *Zur Kenntniss der Spermatozoen.* Biologische Untersuchungen, herausgeg. v. Gustaf Retzius. (Erste Folge), 1881, VI, Stockholm.

sowie auch das Endstück hervorhob — mit einigen Worten auch die Spermien des Stieres, und gab davon zwei Abbildungen. Ich zeigte also, dass, in Übereinstimmung mit den Spermien des Menschen, auch diejenigen des Stieres aus Kopf und Schwanz bestehen, sowie dass der letztere aus Verbindungsstück, Hauptstück und Endstück zusammengesetzt ist. Die Spermien des Stieres sind aber im ganzen grösser als die des Menschen; der Kopf ist vorne breiter, hinten schmäler und an zwei Seiten sehr abgeplattet; hinten endigt der Kopf mit einem kleineren konvexen Ausschnitt, an welchem der Schwanz befestigt ist. Der letztere besteht aus einem cylindrischen ziemlich langen (es ist 1½ Mal so lang als der Kopf) Verbindungsstück und einem langen, nach hinten allmählich schmäler werdenden Hauptstück, welches am hinteren Ende in ein deutlich abgesetztes, sehr feines, kurzes Endstück übergeht.

Im folgenden Jahre (1882) veröffentlichte Renson[1]) eine Arbeit über die Spermiogenese beim Stier (und bei der Ratte) und gab dann auch einige Figuren von Spermiden des Stieres aus den mittleren Stadien, aber keine aus den späteren, noch weniger von den reifen Spermien.

v. Brunn[2]) gab (im J. 1884) zwei Abbildungen von Stierspermien, an welchen er den Axenfaden sowohl im Verbindungsstück als im Hauptstück nachwies. Die Entwicklung des Schwanzes hatte er, wie er sie bei der Maus beschrieben (s. o.), u. a. auch beim Stier gefunden.

Fürst[3]) beschrieb den Kopf der Stierspermien als oval mit der grösseren Breite in der Nähe der Spitze; die quer über den Kopf gehende Begrenzungslinie zwischen dem vorderen und dem hinteren Teil tritt durch das Beale'sche Karmin hervor, indem dadurch der Hinterteil bis zu dieser Linie gefärbt wird. In der Kantenansicht ist der Hinterteil etwas breiter, nicht so stark abgeplattet.

Ballowitz[4]), welcher in seiner Abhandlung »Das Retzius'sche Endstück der Säugetier-Spermatozoën» (v. J. 1890) das Vorhandensein dieses Endstücks, an den Stierspermien bestätigte und dabei darlegte, dass es das von der Hülle freie Ende des Schwanzes ist, und dass es sich in feine Fibrillen zerlegen lässt, sowie eine Reihe von Abbildungen von Stierspermien beifügte, teilte in seiner Arbeit v. J. 1891 über den feineren Bau der Säugetierspermien Figuren von drei Köpfen von Stierspermien (an zwei auch mit dem Verbindungsstück) mit und gab in dem Texte mehrere Hinweise auf den Bau der Spermien dieses Tieres. Er wies darauf hin, dass der Spaltraum zwischen dem Kopf und dem Verbindungsstück beim Stier sehr schmal ist, und verteidigte gegen Jensen seine Ansicht, dass der Axenfaden bis zum Kopfe hervordringt. Wie Fürst, fand er den hinteren Teil des Kopfes von dem vorderen Teil (Hinter- und Vorderstück des Kopfes) verschieden; das Hinterstück nimmt Färbemittel viel kräftiger auf. Der Innenkörper (die Innenkuppe) ist sehr niedrig. Eine persistierende Kopfkappe ist vorhanden. Der von Miescher (1878) bei Stierspermien beschriebene »Mikroporus» existiert nicht.

Schliesslich hat Schoenfeld[5]) wieder die Spermiogenese beim Stier behandelt; er berührt aber dabei die späteren Stadien nur wenig und die reifen Spermien und deren Bau gar nicht.

Die Fig. 1 auf meiner Taf. LIII stellt ein reifes Stierspermium in dessen ganzer Länge dar. Wie man sogleich sieht, ist hier sowohl der Kopf grösser als auch der Schwanz länger als bei den übrigen oben beschriebenen Ungulaten-Spermien. Der in der Tat sehr grosse *Kopf* ist auch hier stark abgeplattet, so dass er, von der Kante betrachtet, wie in Fig. 2 erscheint. Von den breiten Flächen gesehen, hat er eine lang ausgezogene ovale Gestalt, mit der grössten Breite bald an der Mitte (Fig. 4), bald weiter vorn (Fig. 3), so dass die Form etwas wechselt; nach hinten hin ist sie jedoch immer etwas verschmälert. An diesen Flächen unterscheidet man zuweilen ziemlich deutlich, oft aber nur andeutungsweise oder auch gar nicht, ein Hinterstück mit vorderer Grenzlinie am hinteren Drittel des Kopfes (Fig. 4), einen Innenkörper und ein Vorderstück mit ansitzender Kopfkappe. Diese Kappe ist von wechselnder Ausbildung, bald dünner (Fig. 3), bald etwas dicker (Fig. 1, 4); gewöhnlich ist sie am dicksten am vorderen Umfang und verdünnt sich nach hinten hin; zuweilen behält sie ihre Dicke auch in den hinteren Partien (Fig. 4); ihre hintere Grenze findet sich in der Nähe der Mitte der Kopfoberfläche als eine mehr oder weniger markierte Querlinie. In der Kantenansicht (Fig. 2) bemerkt man etwas hinter der Mitte des Kopfes jederseits eine Einziehung, welche als die Grenze der Kopfkappe auzusehen ist; am vorderen Ende sieht man hier einen knopfförmigen Vorsprung, der dem Gebräme der Kappe entspricht. In nicht ganz ausgereiften Stadien der Hodenpräparate (Fig. 12, 13) sieht man die Kopfkappe nicht selten noch grösser als bei den ganz reifen. Dann zeigt sich auch, dass die Kappe noch eine bedeutende Anzahl von grossen hellen Körnern oder Kugeln in ihrer protoplasmatischen Substanz enthält.

---

[1]) George Renson, *De la spermatogenèse chez les Mammifères.* Archives de Biologie, T. III, 1882.
[2]) A. v. Brunn, a. a. O. (S. o. S. 153, 2. Note).
[3]) Carl M. Fürst, a. a. O. (S. o. S. 153, 3. Note).
[4]) E. Ballowitz, a. a. O. (S. o. S. 164, 2. Note).
[5]) H. Schoenfeld, *La Spermatogenèse chez le taureau et chez les mammifères en général.* Archives de Biologie, Tome XVII, 1902.

Am hinteren schmalen Ende des Kopfes findet sich ein konkaver Ausschnitt (Fig. 4), in welchem der Schwanz befestigt ist, und zwar durch Vermittelung der drei *proximalen Centralkörperkörner* (Fig. 1, 3), hinter denen das sehr breite und kurze, nach hinten sich schnell verschmälernde *Halsstück* liegt. Das mit diesem innig zusammenhängende, vorn ebenfalls ziemlich breite, nach hinten hin sich allmählich etwas verschmälernde *Verbindungsstück*, welches etwa anderthalb Mal so lang als der Kopf ist, zeigt in der Hülle der reifen Spermien keine deutliche Körnigkeit oder andere Struktur, die auf das Vorhandensein einer Spiralfaser hindeutet, wohl aber nach dem Abschaben der Hülle einen verhältnismässig dicken Axenfaden (Fig. 3).

In unreifen Stadien aber gelingt es, nicht nur die v. Brunn'schen Körner in regelmässiger und beginnender spiraliger Anordnung (Fig. 6) zu finden, sondern auch nach ihrer Verschmelzung zu einem Spiralstrang (Fig. 5) wahrzunehmen; dass sich dieser Strang dann weiter verdünnt und in die Zusammensetzung der schliesslich kompakten Hülle eingeht, ist bei diesen Spermien, wie bei denen anderer Säugetiere auzunehmen, obwohl gerade dieser Prozess im allgemeinen sich nur schwer verfolgen lässt. In nicht ganz reifen Spermien erkennt man indessen an beiden Rändern der Hülle dunkle Körner, welche als optische Durchschnitte einer solchen Spiralfaser auzusehen sind; die Fig. 12 der Taf. LIII (rechts auf dieser Taf., wo die Fig. 12 und 13, welche Stierspermien darstellen, wegen Mangel an Raum unter den Schafbockspermien plaziert werden mussten), gibt ein solches Spermium wieder, in dessen Verbindungsstück diese Körner zu sehen waren. An dem Verbindungsstück der reifen Spermien sitzt, bald weit nach vorn, bald mehr nach hinten hin, ein Protoplasmatropfen, in welchem ein dunklerer, ovaler Körper liegt (Fig. 1, 2).

An den unreifen Spermien sieht man, nachdem die v. Brunn'schen Körner abgefallen sind, den entblössten Axenfaden (Fig. 7, 8, 9, 10, 11) und am vorderen Ende desselben die drei noch ziemlich grossen *proximalen Centralkörperkörner*, von denen das mittlere am meisten nach vorn hervorragt, die anderen beiden (lateralen) unter sich etwas verschieden weit nach vorn hin gelegen sind (Fig. 7, 9, 11). Am hinteren Ende des sich nach hinten hin verschmälernden Halsstücks befinden sich die vorderen distalen Centralkörperkörner, von denen das grössere (dorsale) konstant, das kleinere nicht immer vertreten ist (Fig. 7, 9, 10, 11). Hinter ihnen findet sich dann noch der ziemlich stark entwickelte distale Centralkörperring, und zwar bald, in den jüngsten Stadien, weit nach vorn (Fig. 10, 11), in etwas späteren Stadien auf der Wanderung nach hinten (Fig. 9) oder schliesslich auf seinem bleibenden Platz, am Ende des Verbindungsstückes (Fig. 7, 8). Beim Stier fand ich nun das eigentümliche Verhalten, dass in den meisten unreifen Spermien dieser Stadien von dem distalen Ringe ein stäbchenförmiger Fortsatz nach hinten oder nach hinten-aussen hinausläuft (Fig. 7, 8, 10, 11) und noch ziemlich lange, nachdem der Ring seinen schliesslichen Platz erreicht hat, wahrzunehmen ist (Fig. 7, 8, 5). Dagegen fand ich bei den Spermien dieses Tieres nicht das Meves'sche Stäbchen an den proximalen Centralkörperkörnern.

An den noch jüngeren Spermiden (Fig. 14, 15, 16), die sich im Manschettenstadium befinden und Kopfkappen von wechselnder Grösse haben, sieht man, dass die Manschette verschieden weit nach vorn hin an das Hinterstück des Kopfes reicht und sich dort mit scharfem Rande absetzt; in Fig. 16 liegt ein Kopf in der Ansicht von der Kante vor; dies ist wahrscheinlich auch der Fall mit Fig. 14. In allen drei erkennt man die proximalen Centralkörperkörner, welche jedoch in Fig. 14 und 15 nicht deutlich differenziert sind; ferner die vorderen distalen Centralkörperkörner (in Fig. 15 nur ein Korn) und den distalen Centralkörperring mit dem Stäbchen (Fig. 14) sowie in Fig. 15 und 16 mit einem röhrenförmigen hinteren Anhang, welcher dem beim Schafbock in den Fig. 29 und 30 dargestellten ähnlich ist.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist mehr als dreimal so lang als das Verbindungsstück, verschmälert sich nach hinten hin immer mehr und geht, deutlich abgesetzt, in ein feines, helles *Endstück* über, welches ungefähr dieselbe Länge wie beim Schafbock hat.

Doppelschwanzspermien kommen nicht selten vor. In Fig. 17 ist ein solches Spermium abgebildet, dessen Kopf abnorm gestaltet ist, indem er nicht so abgeplattet und hinten stark verschmälert ist, wie bei den normalen; die beiden Verbindungsstücke liegen dicht aneinander, teilweise miteinander verklebt, und sind von einem gemeinsamen Protoplasmaklumpen umgeben; die Hauptstücke mit ihren Endstücken sind dagegen voneinander ganz getrennt.

RÜCKBLICK.

Wenn man die Spermienformen der hier oben berücksichtigten Ungulaten überblickt, so findet man, dass sie alle darin übereinstimmen, dass bei ihnen der *Kopf* oval und abgeplattet, sowie mit einer Kopfkappe versehen ist, welche im ganzen ziemlich dünn und eng das Vorderstück des Kopfes umschliesst und ihn nur am vorderen Rande mit einem Gebräme oder Saum überragt. Das *Verbindungsstück* ist im allgemeinen verhältnismässig kurz und zeigt im ganz reifen Zustande in der den Axenfaden umgebenden Hülle keine deutliche Struktur, höchstens eine unbestimmte Körnigkeit; in den unreifen, jüngeren Stadien ist dagegen bei allen um den Axenfaden ein Beleg von v. Brunn'schen Körnern vorhanden, und bei den meisten liess sich mehr oder weniger prägnant der Übergang dieser Körner in eine Spiralfaser nachweisen.

Was den *Centralkörperapparat* betrifft, konnte dargetan werden, dass der *proximale* Centralkörper wenigstens in zwei, bei den meisten jedoch in drei der Quere nach nebeneinander gelegene Körner verteilt ist, der *distale* aber sich in ein bis zwei vordere Körner und einen hinteren Ring gespaltet hat, welche indessen beim reifen Spermium gewöhnlich so reduziert sind, dass man sie hier nur ausnahmsweise deutlich wahrnimmt.

Das *Hauptstück* ist im ganzen nicht lang und zeigt bei einem Teil der fraglichen Tiere ein deutlich abgesetztes feines Endstück von verschiedener Länge bei den verschiedenen Tierarten; bei einem anderen Teil war ein besonderes Endstück nicht nachweisbar. In der den Axenfaden des Hauptstücks umgebenden Hülle liess sich im reifen Stadium keine deutliche Struktur dartun.

Wenn man nun die Spermienformen der verschiedenen Ungulaten unter sich vergleicht, so findet man, dass der Vertreter der Perissodaktylen, der *Equus caballus*, im ganzen ziemlich kleine Spermien hat; ihr Kopf ist relativ klein, und auch der Schwanz ist nicht lang.

Die Vertreter der *Artiodactyla non-ruminantia*, *Sus scrofa* und *Dicotyles tajacu*, haben noch kürzere Spermienschwänze als der Hengst. Während beim Eber der Kopf der Spermien bedeutend grösser als beim Hengst ist, sind bei Dicotyles sowohl Kopf als Schwanz ganz bedeutend kleiner als bei jenen beiden. Bei Dicotyles ist die Abplattung des Kopfes viel geringer als bei Equus und Sus, v. a. beim letzteren, so dass zwischen den Spermien von Dicotyles und Sus ein auffallender Unterschied vorhanden ist, wozu noch bei Dicotyles der eigentümliche, als Spitzenstück fungierende, glänzende Kuchen, welcher dem entsprechenden Teil bei Myopotamus sehr ähnlich ist, hinzukommt.

Für die Spermien des Ebers ist die starke Abplattung des Kopfes sowie dessen Seitenbiegung, wodurch der Kopf mit dem Schwanz einen Winkel bildet, charakteristisch.

Die starke Abplattung des Kopfes ist aber auch eine den Spermien der *Artiodactyla ruminantia* zukommende Eigenschaft. Sowohl bei den Cervidae als bei den Bovidae ist diese Abplattung auffallend, und zwar am stärksten bei Cervus elaphus, Ovis aries und Bos taurus. Unter den Vertretern der Cervidae sind die Spermien von *Cervus elaphus* und *Alces alces* einander im ganzen recht ähnlich, obwohl die des Elches etwas grösser sind, während diejenigen von *Rangifer tarandus* sich durch ihre bedeutend kürzere und relativ breitere, mehr abgerundete Kopfform von den beiden anderen merkbar unterscheiden.

Unter den Vertretern der Bovidae zeichnen sich die Spermien von Bos durch ihre auffallende Kopfgrösse und auch ihre Schwanzlänge von denjenigen von Ovis und besonders von denen von Capra aus, während sonst die Formverhältnisse bei ihnen ziemlich nahe verwandt sind. Bei ihnen, wie bei allen Ungulaten, kommt indessen eine gewisse Variation der Formen vor, die auch beachtet zu werden verdient. Nur beim Stier habe ich, hinsichtlich des Baues, das eigentümliche Stäbchen angetroffen, welches vom hinteren Centralkörperring ausgeht.

Doppelschwanzspermien sind bei den meisten untersuchten Ungulaten gefunden.

Wenn man, mit Rücksicht auf die Frage, ob aus der Untersuchung der Spermien der Ungulaten Schlüsse in Betreff ihrer Verwandschaftsverhältnisse und im allgemeinen ihrer Phylogenese gezogen werden können, die hier beschriebenen Spermien durchmustert, kommt man zu der Auffassung, dass zwar etwas verschiedene Typen unter ihnen nachzuweisen sind, wobei, wie schon hervorgehoben ist, einige dieser Tiere durch ihre Spermienformen einander näher zu stehen scheinen. Eine stärkere Differenziation oder Spezialisierung dieser Formen ist jedoch nicht vorhanden, noch weniger eine reihenweise geschehene, auf eine phylogenetische Entwicklung hinweisende Formausbildung. Zwar kann man den bei Dicotyles gefundenen Spermientypus als einen primitiveren bezeichnen,

indem hier der relativ kleine Kopf viel weniger abgeplattet als bei den anderen ist und in der Tat dem primitivsten Typus bei den Nagetieren und Carnivoren ziemlich genau ähnelt; die Kürze des Schwanzes bei Dicotyles, und ganz besonders auch des Verbindungsstücks, weisen auf eine auffallende Ähnlichkeit mit den Spermien von Myopotamus hin. Man muss aber vorsichtig sein, wenn man aus solchen Übereinstimmungen Schlüsse zu ziehen hat. Zu bemerken ist, dass schon der dem Dicotyles im Systeme nahe stehende Sus Spermien hat, welche von denen des letzteren ziemlich abweichen; v. a. ist die starke Abplattung des Kopfes an den Spermien des Ebers sehr differierend. Dann steht sogar die Kopfform der Spermien von Equus derjenigen von Dicotyles näher, ohne dass dies auf eine weitere Verwandtschaft hinweisen kann.

Die Equusspermien bilden vielmehr einen besonderen Typus, welcher sich von denen der anderen Ungulaten ziemlich gut unterscheidet.

Dass die Spermien von Cervus elaphus und Alces alces einander ähnlich sind, ist schon oben betont worden. Ihnen stehen auch diejenigen von Capra und Ovis und Bos nicht ferne, obwohl bei diesen gewisse charakteristische Unterschiede zu bemerken sind. Eigentümlich ist indessen die Tatsache, dass die Spermien von Rangifer in betreff ihrer Kopfform von denen des Elaphus und des Alces nicht unwesentlich differieren.

Im ganzen kommt man also zu dem Schluss, dass zwar die ausgeprägteren Spermienformen der Ungulaten einen ziemlich charakteristischen Typus darbieten, dass aber eine stufenweise geschehene, phylogenetische Ausbildung eines bestimmten Typus nicht nachgewiesen werden konnte. Hier, wie fast überall, fehlen die zahlreichen Übergangsformen. Ob eine erweiterte Untersuchung der übrigen noch lebenden Vertreter der Ungulatenordnung imstande ist, diese Lücken auszufüllen, ist zweifelhaft.

16.

Die Spermien der Waltiere.

Tafel LIV.

Weil die Spermien der Waltiere noch vor einigen Jahren nicht genauer studiert waren, habe ich mich schon seit lange bemüht, mir, für meine Untersuchungen über die Spermien der Säugetiere, das nötige Material davon zu verschaffen. Die Phocaena communis kommt ja ziemlich häufig an der Westküste Schwedens vor. Die Exemplare, die ich bekam, waren aber entweder Weibchen oder zu junge und nicht spermienführende Männchen. Während eines Aufenthalts an der Zoologischen Station in Triest vor einigen Jahren, in deren Nähe Delphine nicht selten vorkommen, suchte ich, mit der Beihülfe einiger jüngerer Kollegen, solche Waltiere geschossen zu erhalten; es gelang uns aber nicht, sie zu töten. Schliesslich erhielt ich im J. 1906 durch die Güte meines Kollegen Prof. Einar Lönnberg einen in Kochsalzlösung aufbewahrten Hoden mit der Epididymis von dem odontoceten Waltier *Globicephalus melas* Traill zur Untersuchung. Es zeigte sich sogleich, dass das Präparat Spermien in recht gut erhaltenem Zustand enthielt, und ich liess bald danach eine Anzahl von Abbildungen über diese Spermien machen und die betreffende Tafel sofort in Lichtdruck fertig ausführen.

Einige Zeit nachher erschien dann die Abhandlung von E. Ballowitz[1]) über die Spermien von *Phocaena communis* (und *Mesoplodon bidens* Gray). Es zeigte sich sogleich, dass die Spermien von Globicephalus und Phocaena eine wesentliche Übereinstimmung darbieten. Ich habe hier diese Data erwähnt, um zu betonen, dass wir bei unseren Untersuchungen voneinander ganz unbeeinflusst waren. Koll. Ballowitz wusste nichts von meiner Arbeit, und ich hatte dieselbe samt der Tafel schon längst ganz abgeschlossen, als ich von seiner Abhandlung Kenntnis erhielt. Weil meine in diesem Bande veröffentlichten Untersuchungen über Spermien schon über eine Reihe von Jahren sich ausdehnten und sowohl die Ausarbeitung als die Veröffentlichung derartiger umfassender Werke stets weit mehr Zeit in Anspruch nehmen, kommt auch diese meine Mitteilung über die Waltierspermien, so lange verzögert, erst jetzt zum Vorschein. Bei derartigen Publikationen ist dies nun oft der Fall. Indessen glaube ich, dass diese meine Mitteilung über die Spermien von Globicephalus, obwohl ich wesentlich durch die Arbeit von Koll. Ballowitz zuvorgekommen bin, doch nicht ohne Interesse ist, weil die Tiere, welche zwar beide zu den Cetaceen gehören, jedoch zu verschiedenen Genera geführt sind. Die Spermien von Globicephalus und Phocaena, obwohl einander im ganzen ähnlich, scheinen doch voneinander in mehreren Beziehungen zu differieren. Ich bin nämlich beim Studium der Spermien von Globicephalus hinsichtlich des feineren Braues zu etwas anderen Schlüssen gelangt als Ballowitz, und auch in Betreff der allgemeinen Form sind sie voneinander etwas verschieden.

Globicephalus melas Traill.

(Taf. LIV.)

Nach der eben angeführten eingehenden Darstellung von Ballowitz sind die Spermien von *Phocaena communis* recht klein (Länge gegen 0,0738 mm.). Am wenigsten Bemerkenswertes bietet der Kopf dar (Länge 0,0054—0,0063 mm., grösste Breite 0,0018 mm.). Von der Fläche betrachtet, ist er länglich vierseitig bis oval, mit Abrundung des vorderen und hinteren Randes. Von der Kante gesehen, erscheint die vordere Hälfte durch Abplattung keilförmig

[1]) E. Ballowitz, *Zur Kenntnis der Spermien der Cetaceen.* Archiv für mikrosk. Anat. und Entwicklungsgesch. Band 70, 1907 (ersch. 13 Mai).

verjüngt, so dass der vordere Rand zugeschärft wird und als »Perforatorium» wirken kann, während die hintere Hälfte nicht sehr viel schmäler ist als die Flächenansicht. Es scheint bisweilen, fügt Ballowitz hinzu, als ob die Abplattung etwas ungleich ist, so dass die eine Fläche eine ganz geringe Spur konkav wird. Der hintere dickere Teil des Kopfes erscheint dunkler, so dass zuweilen eine förmliche Grenzlinie quer über den Kopf verläuft; dann sieht der Vorderteil bisweilen rauh und uneben aus, so dass Ballowitz sich davon überzeugen konnte, dass hier eine Kopfkappe zur Ablösung kommt.

Der *Schwanz* bietet bestimmte Besonderheiten dar; das Halsstück ist ungewöhnlich lang, und das Verbindungsstück ist sehr kurz. Am Halsstück erkennt man zwei gegen den Kopf divergierende Fäden, welche je mit einem Centralkörperchen endigen, von denen das eine grösser ist und seitlich vom Kopfrande meist frei etwas hervorragt. Die Verhältnisse sind aber kompliziert. Man findet nämlich noch einen dritten Centralkörper und, von diesem ausgehend, einen fadenartigen Strich, welcher sich bis an das Verbindungsstück erstreckt. An vertikal gestellten Köpfen erkennt man aber ferner, dass nicht nur drei, sondern wahrscheinlich noch ein vierter Centralkörper vorhanden sind. Was die Fadenbildungen des Halsstücks betrifft, sind ihm doch einige Bedenken gekommen, ob es sich hier wirklich um isolierte, getrennte Fäden handelt und nicht vielmehr um einen hohlen, dünnwandigen Axenfaden, dessen Wandungen stärker lichtbrechend sind und dadurch als Fadenbildungen imponieren.

Das auffallend kurze und breite *Verbindungsstück* (0,0027—0,0036 mm. lang) besteht nach Ballowitz aus dem Axenfaden und einer in ihrem Aussehen sehr wechselnden Hülle; vorn meist quer abgestutzt und nach hinten ein wenig verschmälert und hier auch meist quer abgeschnitten oder etwas abgerundet, zeigt sie meistens jederseits am Rande vier kleine Hervorragungen, von denen die vorderen grösser und deutlicher sind. »Unzweifelhaft», sagt Ballowitz, »werden diese vier Hervorragungen wohl bedingt durch vier enge Spiralwindungen eines Spiralfadens», obwohl es nur selten gelingt, die Spiralwindungen im Zusammenhang mit unzweifelhafter Sicherheit zu erkennen; er hat indessen mehrfach den Eindruck eines Spiralfadens mit seitlichen kreisförmigen Ösen, v. a. nach Auflösung der die Windungen verbindenden Zwischensubstanz, gehabt. Diese letzteren Bilder führen nun über zu solchen, bei welchen das Verbindungsstück in der Tat wie mit bläschenartigen Körnchen besetzt erscheint. »Ich denke mir», fügt Ballowitz hinzu, »dass dieses Aussehen durch eine bläschenartige Modifikation der Zwischensubstanz im Verein mit der Spiralbildung hervorgerufen wurde. Dass das Verbindungsstück wirklich aus Körnchen zusammengesetzt sein sollte, ohne Vorhandensein einer Spiralbildung, glaube ich nach Obigem nicht. Alsdann müsste es auch häufiger vorkommen, dass die Körnchen abgefallen wären und die Hülle des Verbindungsstückes bis auf den Achsenfaden abbröckelte.» Der Axenfaden des Verbindungsstückes wurde nur sehr selten isoliert angetroffen. »Die Substanz der Hülle mazerierte ja auch und wurde dünner, die Reste, die übrig blieben, liessen aber mehr auf das Vorhandensein einer Spiralhülle als von Körnchen schliessen.»

Das *Hauptstück* des Schwanzes besteht nach Ballowitz, wie gewöhnlich, aus dem Axenfaden und der Hülle desselben, welche im frischen Zustand am vordersten Abschnitt eine zarte Querbänderung zeigte. In Macerationen zerfiel die Hülle bisweilen in kleine Stücke. Beide Erscheinungen lassen wohl auf einen in der Hülle vorhandenen Spiralfaden schliessen.

Das *Endstück* konnte Ballowitz nicht deutlich unterscheiden. Bisweilen erschien der hinterste, feinste Abschnitt in ziemlicher Ausdehnung ein wenig heller, grenzte sich aber nicht scharf vom Hauptstück ab.

Zweimal traf er Riesenspermien mit grösserem Kopf und zwei Schwänzen an; die letzteren waren nur im vorderen Abschnitt optisch voneinander abgrenzbar; an dem einen Spermium war hinten ein längeres Endstück unterscheidbar.

Die im Nebenhoden von *Mesoplodon bidens* angetroffenen Spermien waren im ganzen nur drei; sie zeigten einen annähernd obstkernförmigen Kopf, am Verbindungsstück Spuren eines Spiralfadens und vorn ein grosses Endknöpfchen, im übrigen nichts Besonderes; den vereinzelten Befunden will Ballowitz jedoch keine besondere Bedeutung beilegen »da anzunehmen ist, dass diese Samenkörper wohl nicht mehr ganz normal waren und sich schon in Degeneration befanden». Die Hodenpräparate gaben ihm keine Resultate.

Die Spermien des Globicephalus wurden von mir teils aus den Epididymiskanälen, teils in Hodenpräparaten studiert. Die reifen, aus der Epididymis geholten Spermien zeigten den in Fig. 1 und 2 wiedergegebenen Typus, von denen die Fig. 1 den Kopf von der Fläche, Fig. 2 von der Kante her darstellt. Die Länge der ganzen

Spermien ist — um ein Vergleichsobjekt zu nehmen — ungefähr die der Stierspermien; der Kopf ist von geringerem Umfang, aber dicker, bei weitem nicht so abgeplattet; das Verbindungsstück ist viel kürzer, obwohl relativ breiter, das Hauptstück und das Endstück sind länger als beim Stier.

Von der Fläche betrachtet, zeigt der *Kopf* eine ovale Gestalt, die sich der rechteckigen nähert, indem sowohl am vorderen als am hinteren Ende desselben rundlich abgestumpfte Ecken vorhanden sind und die Seitenränder, v. a. der eine, teilweise sehr gerade oder nur wenig gebogen verlaufen; die grösste Breite liegt weit nach vorn hin, vor der Mitte. An den Flächen bemerkt man, ungefähr an der Mitte, ein breites dunkleres Querband mit gerade ziehenden queren Grenzlinien vorn und hinten, sowie vor und hinter ihnen je eine hellere Partie. Die beiden Flächen sind indessen hinsichtlich ihrer Modellierung verschieden; die eine ist hinten konvexer, gewölbter und mehr hervorragend als die andere, aber zugleich vorn von einer Seite zur anderen tief konkav, indem der vordere abgerundete Rand nach dieser Fläche hin umgebogen ist und also hinter sich eine Rinne bildet, welche sich an beiden Seiten nach hinten abgerundet umbiegt (Fig. 1), während dagegen an der entgegengesetzten Fläche eine weniger ausgesprochene, aber konstante Konvexität vom vorderen bis zum hinteren Umfang herrscht. Die Betrachtung der Kantenansicht (Fig. 2) bestätigt diese Auffassung; der am hinteren Umfang stark rundlich gewölbte Kopf verschmälert sich allmählich nach vorn hin und biegt sein vorderes, in dieser Ansicht schmal zugespitztes Ende ziemlich stark nach der Fläche um, welche die grössere Konvexität darbietet. Zuweilen ist diese Form des Kopfes mit der Konvexität der einen und der Konkavität der anderen Fläche noch weit stärker ausgedrückt, so dass eine Art Löffelform, aber stets mit dickem, nach allen Seiten konvexem Hinterstück, entsteht; die Fig. 6 und 7 stellen Beispiele solcher Gestaltungen dar. Ballowitz erwähnt auch, dass ihm bei Phocaena bisweilen die Abplattung etwas ungleich zu sein schien, »sodass die eine Fläche eine ganz geringe Spur konkav wird»; in seinen Figuren sieht man dies nicht, die Gestalt des Kopfes von Phocaena scheint aber von derjenigen bei Globicephalus ziemlich verschieden zu sein: bei Phocaena sind in Ballowitz's Abbildungen die Köpfe auffallend länger und schmäler als bei Globicephalus.

Nun kommt aber die Frage, ob diese Gestaltung des Kopfes bei dem letzteren von einer Kopfkappe mit umgebogener Randpartie herrührt. Dass auch bei Globicephalus eine Kopfkappe vorhanden ist, davon geben manche Bilder den Beweis; die vordere Grenzlinie des dunklen Querbandes ist offenbar ihre eigentliche Grenze, obwohl das Querband selbst mit ihr eng zusammenhängt und auch zur Kopfhülle gehört; wenn aber die Kopfkappe abgelöst wird, wie in den Fig. 3, 4, 8, lässt sie gewöhnlich das breite Querband am Kopfe sitzen. Was nun die umgebogene vordere Randpartie betrifft, so wird sie natürlich von der Kopfkappe überzogen, in den meisten Fällen geht aber der Rand des eigentlichen Kopfes in die umgebogene Partie mehr oder weniger weit hinein; dies geht schon aus der Betrachtung der Fig. 2, 6 und 7 hervor, und die Fig. 9 zeigt noch deutlicher, dass der Kopfrand in extremen Fällen ausserordentlich stark umgebogen und verjüngt sein kann, wobei die Kopfkappe sogar teilweise die Konkavität ausfüllt. Im ganzen trifft man hier eine ziemlich wechselnde Ausbildung sowohl hinsichtlich der Stärke der Umbiegung des vorderen Randes als der Beteiligung des Kopfes selbst und der Kopfkappe an derselben. Diese Umbiegung ist aber für die Spermien des Globicephalus charakteristisch.

Der Kopf ist aber, wie oben angedeutet wurde, nicht ganz symmetrisch gestaltet. Von den Flächen betrachtet, zeigt er gewöhnlich den einen Rand mehr ausgebuchtet (Fig. 1, 4) sowie den Schwanzansatz nicht ganz in der Mitte des hinteren Umfangs, sondern etwas nach der einen Seite verschoben (Fig. 1, 3, 4). Wie sich diese Ansatzstelle sonst verhält, lässt sich an den Spermien, wo der Schwanz ansitzt, nicht deutlich wahrnehmen; an abgelösten Köpfen (Fig. 8 von der Fläche, Fig. 9 von der Kante) sieht man, dass eine schalenförmige, zuweilen mit ringsum hervorragendem Rande versehene Einbuchtung zur Aufnahme des Schwanzansatzes vorhanden ist. Infolge der hier beschriebenen Asymmetrie des Kopfes lässt sich auch bei diesen Spermien eine dorsale Seite von einer ventralen unterscheiden; als die dorsale Seite ist, wie bei anderen Spermien, diejenige zu bezeichnen, an welche der Schwanzansatz genähert ist; diese Seite des Kopfes ist auch gewöhnlich weniger hervorgebuchtet als die entgegengesetzte, die ventrale. Wie aber die Kantenansicht (Fig. 2) zeigt, ist der Schwanzansatz auch der weniger gebuchteten, nicht konkavierten der beiden breiteren Flächen genähert.

Was nun das vordere Ende des Schwanzes mit den hier befindlichen Centralkörpern betrifft, so ist auch bei Globicephalus ein ausgeprägtes *Halsstück* vorhanden; es ist ziemlich lang, verhältnismässig aber nicht so lang wie es Ballowitz bei Phocaena dargestellt hat, wohl aber breiter als bei diesem Tiere und ohne anderen Körnchenbeleg als die *proximalen Centralkörper*. Diese sind, wie Ballowitz bei Phocaena nachgewiesen hat, in eigentümlicher Weise eingerichtet, indem sie teilweise *neben* dem Schwanzansatz sitzen. Wie die Fig. 1, 2, 4, 6 zeigen,

ragen sie z. T. an dem oberen Ende des Halsstücks von ihm hervor und sind nicht vollständig in die schalenförmige Einbuchtung des Kopfhinterendes eingeschlossen. Gewöhnlich sieht man hier an der einen Seite des Halsstücks, wo es sich am Kopfe ansetzt, zwei verhältnismässig grosse Körner (Fig. 1, 3, 4), welche nach der Dorsalkante hin liegen. In der Kantenansicht erkennt man in der Regel auch zwei Körner, von denen das nach der am meisten gebuchteten Fläche hin gelegene kleiner erscheint. Um indessen eine genauere Einsicht in diesen Centralkörperapparat zu gewinnen, ist es wünschenswert, denselben an solchen Spermien zu studieren, wo der Kopf vom Schwanze abgelöst ist. Es gelang mir in der Tat, eine hinreichende Anzahl solcher Spermien anzutreffen. Die Fig. 12, 15, 21, 22 stellen solche dar. In Fig. 22 sieht man am Vorderende des von seiner Hülle entblössten Axenfadens vier in verschiedener Höhe gelegene Körner, von denen zwei etwas kleiner erscheinen; in Fig. 12 sind nach vorn von der noch vorhandenen Hülle auch vier Centralkörperkörner; in Fig. 21 sieht man nur drei, in Fig. 15 nur zwei, hier sind aber die anderen offenbar abgefallen. Es wäre also möglich, dass die Ansicht von Ballowitz richtig sei, dass sich hier wahrscheinlich *vier proximale Centralkörper* finden. Es muss aber zuerst entschieden werden, ob nicht *zwei* von diesen Körnern als *vordere distale* Centralkörperkörner zu bezeichnen sind. Übrigens erkennt man gar nicht immer vier Körner; es hängt dies vielleicht zuweilen von der Lage des Spermiums ab, ob man sie alle gleichzeitig übersehen kann; eines oder zwei von ihnen können durch die anderen verborgen werden. In den mit Zenker-Heidenhain behandelten Präparaten (Fig. 5, 20) sind nur zwei Körner gefärbt und sichtbar. Es fanden sich in den von mir untersuchten Hoden leider keine unreifen Spermien; sonst könnte die Frage, ob sich konstant vier proximale Centralkörperkörner entwickeln, vielleicht bestimmt beantwortet werden weil in unreifen Stadien die vorderen distalen Centralkörperkörner nachweisbar sind.

Der Axenfaden ist hinten ziemlich schmal und verbreitert sich nach vorn hin, um schliesslich im Halsstück ganz breit und von dreieckigem Längsdurchschnitt zu werden. Am hinteren Ende des Axenfadens, wo sich das verhältnismässig breite Hauptstück mit querer Abstutzung anschliesst (Fig. 21, 22), sieht man nicht selten deutlich den *distalen Centralkörperring* isoliert. Derselbe lässt sich aber auch oft bei erhaltener Hülle des Verbindungsstücks nachweisen (Fig. 2, 3, 4, 5, 6).

Was nun diese *Hülle des Verbindungsstücks* betrifft, welche von Ballowitz bei Phocaena in eingehender Weise studiert und geschildert wurde, bin ich nach der Untersuchung aller meiner Präparate zu einem ganz anderen Schluss gelangt, als dieser Forscher durch seine Phocaena-Präparate. Wie oben zitiert worden ist, kam Ballowitz nach mehreren Erwägungen zu dem Schluss: »Unzweifelhaft werden diese vier Hervorragungen wohl bedingt durch vier enge Spiralwindungen eines Spiralfadens» u. s. w. Bei Globicephalus dagegen sah ich nie diese Spiralfaserwindungen, sondern *stets nur 3—4 Querreihen von grossen kugeligen Körnern.* In der Regel fand ich drei solche Reihen dicht gedrängter Körner (Fig. 1, 2, 3, 7, 10, 11, 17); bisweilen waren auch vier Reihen vorhanden (Fig. 4, 5); es kam auch vor, dass durch eine Verschiebung die Körner in ungleichmässige Anordnung gekommen waren (Fig. 12). Dass die Körner durch eine Zwischensubstanz zusammengehalten und an ihren Platz gebunden sind, konnte auch bei Globicephalus deutlich beobachtet werden. Zuweilen waren sie vom Axenfaden abgelöst und zu verschieden gestalteten Haufen zusammengebracht (Fig. 14). In anderen Fällen war die sie einhüllende Substanz reichlicher vorhanden, bedeckte ihre Oberfläche und auch mehr oder weniger reichlich ihre Zwischenräume (Fig. 13, 15, 10), so dass die Körner nicht scharf hervortraten, sondern sich nur durch mehr oder weniger deutliche halbrunde Erhebungen kennzeichneten. Aber in einer grossen Reihe von Fällen waren die Körner so deutlich ausgeprägt, dass sie nur als solche aufgefasst werden konnten. Das Vorhandensein einer Spiralfaser im Verbindungsstück der reifen Spermien musste ich demnach bei Globicephalus ausschliessen. Die v. Brunn'schen Körner bleiben also hier auch im reifen Stadium zurück. Es ist aber dies kein alleinstehendes Verhalten. Wie ich schon vor einigen Jahren zeigte, ist diese Tatsache auch für die Spermien der bisjetzt untersuchten Marsupialier charakteristisch; in diesem Bande ist sie auch bei Didelphys dargetan. Für Globicephalus, und wahrscheinlich für die Waltiere im allgemeinen, ist indessen die geringe Anzahl dieser Körner eigentümlich; man kann berechnen, dass sie sich nur auf etwa 12—16 (oder höchstens 20) belaufen, was bedeutend weniger als bei den Marsupialiern (auch Didelphys) ist; hiermit hängt nun auch die Kürze des Verbindungsstücks bei Globicephalus zusammen. Indessen mag auch nocheinmal betont werden, dass bei Globicephalus diese Körner verhältnismässig gross sind, wodurch die geringe Breite etwas kompensiert wird; diese Breite nimmt zwar nach hinten hin gewöhnlich etwas ab, indem hierbei die Körner allmählich etwas kleiner werden.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist im ganzen nicht kurz, d. h. im Verhältnis zum Kopf und Verbindungsstück; will man aber die Relation zu der Grösse des Tieres aufstellen, dann sind natürlicherweise diese Waltier-

spermien und ihre einzelnen Teile sehr klein. Das Hauptstück fängt vorn ziemlich breit, obwohl stets viel schmäler als das Verbindungsstück, an und verschmälert sich allmählich immer mehr nach hinten hin. In meinen Präparaten sah ich nun mehr oder weniger deutlich, dass das Hauptstück sich schon weit von dem Schwanzende durch eine starke Verjüngung, oft durch einen bestimmten Absatz, in ein schmäleres *Endstück* überging. Dieses Endstück ist in Fig. 2 deutlich, in Fig. 1 weniger scharf ausgeprägt. Das Hauptstück ist nur etwa 3 1/2 Mal so lang als das Endstück. Es scheint, als ob Ballowitz auch bei Phocaena Andeutungen von einem Endstück gesehen hat, obwohl er darüber nicht zum sicheren Schluss kam.

In der Hülle des Hauptstücks von Phocaena sah Ballowitz an frischen Spermien eine zarte Querbänderung, an macerierten Spermien einen Zerfall in kleine, auf dem Axenfaden aufgereihte Stücke und schloss daraus, dass ein Spiralfaden hier vorhanden ist. Ich sah bei Globicephalus auch sowohl den Zerfall der Hülle in einzelne Stücke (Fig. 16) oder ein Abschaben von Stücken (Fig. 18), wobei der Axenfaden blossgelegt worden war, als auch das Auftreten von Körnerreihen an beiden Rändern des Schwanzes (Fig. 17), welche Reihen auf Ringe deuten, und schliesslich noch eine ziemlich deutlich ausgeprägte Spiralfaser (Fig. 19).

Doppelschwanzspermien, und zwar mit grossen Köpfen und einer den beiden Verbindungsstücken der Schwänze gemeinsamen starken Hülle aus v. Brunn'schen Körnern und gut getrennten Hauptstücken, sah ich mehrmals bei Globicephalus. Bei Phocaena erwähnt Ballowitz auch den Fund von zwei Doppelschwanzspermien mit grossem Kopf und nur im vorderen Abschnitt optisch voneinander abgrenzbaren Schwänzen. In Fig. 25 ist die vordere Partie der Schwänze eines anderen Doppelschwanzspermiums von Globicephalus abgebildet, wo die Axenfäden der Verbindungsstücke mit zusammenliegenden Hauptstücken zu sehen sind.

Schliesslich sei hier noch erwähnt, dass andere anormale Formen von Spermien vorkamen, in welchen der Kopf in verschiedener Weise verkümmert und auch das Verbindungsstück abnorm gebaut war. Die Fig. 26 stellt die vordere Partie eines solchen Spermiums dar.

RÜCKBLICK.

Mit Rücksicht auf die in einem so bedeutenden Grade geschehene Spezialisierung der Waltiere würde es von besonderem Interesse sein, wenn die Spermien derselben auf ihre Verwandtschaftsverhältnisse zu den anderen Ordnungen der Säugetiere einiges Licht oder wenigstens einige Hinweise auf ihre Phylogenese werfen könnten. Deswegen bemühte ich mich auch viel, von mehreren Repräsentanten dieser Ordnung Spermien zu gewinnen. Infolge der grossen Schwierigkeit, das nötige Material zu bekommen, gelang es mir indessen, nur von dem einzigen odontoceten Waltier, deren Spermien hier oben geschildert sind, dieses Ziel zu erreichen. Von der zweiten Unterordnung, der Mystacoceten, blieb es mir ganz unmöglich, Spermien zu erhalten.

Ballowitz, welcher sich auch das Ziel, die bisher unbekannten Waltierspermien zur Untersuchung zu bekommen aufstellte, gelang es zwar Spermien sowohl von dem gewöhnlichen Braunfisch, Phocaena communis, als von Mesoplodon bidens Material zu erhalten; das von dem letzteren erhaltene war jedoch zu gering und zu wenig gut aufbewahrt, um aus den Befunden sichere Schlüsse ziehen zu können. Von Vertretern der zweiten Unterordnung der Waltiere, der Mystacoceten, hat man im ganzen noch kein erläuterndes Spermienmaterial gewonnen und kennt also ihre Spermienformen nicht. Unter solchen Verhältnissen ist es nötig, mit Rücksicht auf die Schlussfolgerungen bis auf weiteres sehr vorsichtig zu sein.

Aus den Befunden bei Phocaena und Globicephalus lässt sich indessen schliessen, dass erstens die Spermien dieser odontoceten Waltiere, dem allgemeinen Typus nach, einander recht ähnlich sind und einander nahe stehen, und zweitens von denen der meisten Säugetiere differierende Charaktere darbieten.

Vor allem tritt hier die auffallende Kürze des Verbindungsstücks hervor. Die einzigen mir bekannten Spermien von Säugetieren, welche in dieser Beziehung etwas ähnliches aufweisen können, sind — wenn ich von denen der so sehr abweichenden Monotremen absehe — die Spermien des edentaten Bradypus, des Nagetieres Hystrix, des anthropoiden Hylobates und — des Menschen.

Dieser Charakter, die geringe Länge des Verbindungsstücks, kann also in den verschiedensten Abteilungen des Säugetierreichs vorkommen und dürfte deshalb an und für sich nicht als eine Eigenschaft betrachtet werden,

welche auf Verwandtschaft der betreffenden Tiere hinweist, und zwar um so weniger als in denselben Ordnungen, zu welchen diese Geschöpfe gehören, andere Vertreter derselben sich finden, deren Spermien mit langen, teilweise sehr langen Verbindungsstücken versehen sind. Es ist dies von ganz besonderem Interesse, seitdem man immer mehr zu der Auffassung zu gelangen dürfte, dass gerade das Verbindungsstück im Leben und Wirken der Spermien eine wichtige Rolle spielt.

Was dann den Bau des Verbindungsstücks der bisher genauer untersuchten Waltierspermien betrifft, so sind zwar Ballowitz bei Phocaena und *ich* bei Globicephalus zu etwas verschiedenen Anschauungen gelangt. Ballowitz ist bei seinem Tier geneigt, in diesem Stück eine Spiralfaser zu sehen, und ich fand bei dem von mir untersuchten Tier keine solche Faser, sondern nur einen Beleg von Körnern. Da ich nicht die Gelegenheit hatte, die Spermien von Phocaena untersuchen zu können, so blieb es mir unmöglich, vergleichende Studien anzustellen, und ich kann mich selbst nur über diejenigen des Globicephalus äussern. Hier sah ich aber nur Körner in der Hülle, auch in derjenigen der reifen Spermien. Merkwürdiger Weise verhielt es sich ebenfalls so bei Bradypus, Hylobates und wahrscheinlich auch beim Menschen.

Aber, ich betone dies noch einmal, offenbar haben diese Übereinstimmungen nichts miteinander zu tun. Sie sind an sich eigentümlich und merkwürdig, können aber keineswegs auf Verwandtschaftsverhältnisse Hinweise abgeben.

Das Verhalten der übrigen Teile des Schwanzes und die Gestalt des Kopfes bei den Waltierspermien liefern auch keine Anhaltspunkte für die Phylogenese dieser Tiere. Alles zusammengenommen, erhalten wir also aus den bisherigen Untersuchungen der Spermien der Cetaceen in diesen Beziehungen keine Erläuterungen. Es ist aber jedenfalls von Interesse, auch die negativen Befunde zu gewinnen, und für die Spermienkunde selbst ist es wichtig, bei allen Abteilungen des Tierreichs die Kenntnis der Formen und des Baues zu sammeln. Es wäre deshalb in mehrfacher Hinsicht von Interesse, bei noch anderen Waltieren, und ganz besonders bei den Mystacoceten, diese Kenntnis zu erhalten; v. a. wäre es interessant zu wissen, ob bei allen Waltieren derselbe allgemeine Typus der Spermien herrscht, oder ob mehrere Typen oder wenigstens ob starke Variationen desselben Typus vorkommen.

17.

Die Spermien der Carnivoren.

Tafel LV—LVII.

A. *Fissipedier.*

Ich werde hier zuerst die Fissipedier behandeln, um dann in einer besonderen Abteilung die Pinnipedier zu besprechen.

Eigentümlicher Weise scheinen, so weit ich erfahren konnte, die Spermien dieser z. T. so leicht zugänglichen Tiere, die wohl oft der Gegenstand von Studien waren, nur selten etwas eingehender untersucht und geschildert worden zu sein. Hier und da trifft man in der Literatur die Spermien von Hund und Kater erwähnt und abgebildet, oder wenigstens Teile derselben berücksichtigt. Genauere und umfassendere Untersuchungen derselben mittelst der neueren technischen Methoden sucht man vergebens. Die einzigen, welche in dieser Hinsicht diese Spermienformen näher studierten, scheinen C. M. Fürst und E. Ballowitz zu sein. Fürst untersuchte v. a. speziell den Kopf der Spermien von *Kater* und *Hund*. Ballowitz scheint auch die Spermien von mehreren Vertretern dieser Ordnung (*Felis domesticus*, *Canis familiaris*, *Meles taxus*, *Lutra vulgaris*) eingehender untersucht zu haben. Er hat auch Abbildungen von Spermien des *Hundes* und des *Katers* gegeben, hat sie aber nicht besonders, sondern nur zusammen mit einer grösseren Reihe anderer Säugetierspermien beschrieben, weshalb es auch hier, wie bei den anderen Ordnungen des Mammalienreiches, sehr schwer, ja fast unmöglich ist, das auf sie speziell bezügliche aus dieser sonst so vorzüglichen Darstellung herauszunehmen und zusammenzustellen. Ich will deshalb hier unten bei den einzelnen Tieren aus seiner Darstellung die wichtigsten Spezialangaben anführen.

Ich habe selbst folgende Fissipedier untersucht: *Canis lupus* L., *Canis familiaris* L., *Vulpes vulpes* (L.), *Felis domesticus* (Schreber), *Meles meles* (L.) und *Herpestes ichneumon* L.

Weil unter den Caniden die Spermien des Hundes schon der Gegenstand von Untersuchungen waren, werde ich mit diesem Tiere anfangen.

Canis familiaris L.

(Taf. LVI, Fig. 1—19.)

Fürst[1]) beschrieb v. a. die Gestalt und Färbung des Kopfes. Der Kopf hat nach ihm eine ovale Form, mit dem vorderen Teil etwas breiter und sich nach hinten hin allmählich verschmälernd; wo der Schwanz befestigt ist, findet sich ein Ausschnitt. Der Kopf ist abgeplattet; von der Kante gesehen, ist er ganz schmal. In der Flächenansicht zeigt der Kopf verschiedene Regionen, eine hintere, welche sich mit Anilin dunkler tingiert, dann kommt ein helleres Band, dann wieder ein dunkleres, welches nach der Spitze hin heller wird; das helle Band ist an verschiedenen Spermien verschieden deutlich. In den Hodenpräparaten sieht man gut die Kopfkappe, und in noch jüngeren Stadien auch die helle Partie, welche später die Manschette genannt worden ist. Fürst zeigte auch, dass die hintere Region des Kopfes sich im allgemeinen stärker färbt.

[1]) Carl M. Fürst, a. a. O.

Von Hundespermien hat dann E. Ballowitz[1]) in seiner Abhandlung über das Endstück fünf vollständige Spermien und ausserdem neun Endstücke abgebildet. Der Kopf ist oval, mit stärkerer Verschmälerung nach hinten hin; hinter ihm sieht man ein kurzes Halsstück, ein schmales Verbindungsstück, an dem keine weitere Struktur angegeben ist und das kaum die doppelte Kopflänge misst, und einen Schwanz, welcher etwa $4^1/_2$ Mal länger als das Verbindungsstück ist; das hinterste Ende des Schwanzes stellt das Endstück dar, an welchem er durch Maceration eine Zusammensetzung von bis 4 Fädchen nachweisen konnte.

In seiner bald nachher folgenden umfassenden Abhandlung über die Säugetierspermien veröffentlichte derselbe Forscher[2]) zwei Figuren von Köpfen der Hundespermien, an denen die von ihm hervorgehobene stärkere Färbung des hinteren Viertels des Kopfes wiedergegeben ist. Im übrigen gilt hinsichtlich der von ihm nachgewiesenen fibrillären Zusammensetzung des Axenfadens des Schwanzes u. s. w., was schon oben bei den anderen Säugetieren geäussert ist.

Was meine eigenen Untersuchungen über die Hundespermien betrifft, so nahm ich mein Material in erster Linie von einem grossen Tier. Im Osmium-Rosanilin-Kaliacetat untersucht, zeigten die reifen Spermien, aus der Epididymis oder aus dem Vas deferens, die Gestalt und die Proportionen, welche in Fig. 1 der Taf. LVI wiedergegeben sind.

Der Kopf ist verhältnismässig gross, stark abgeplattet, wie die von der einen Kante genommene Fig. 2 zeigt, eiförmig, mit der breiteren Partie nach vorn und nach hinten hin ziemlich stark verschmälert, sowie hier auch der Quere nach, aber etwas mehr oder weniger, schief abgestutzt, mit gut ausgeprägten seitlichen Ecken. Die vordere Partie zeigt eine schöne Abrundung und ist am Rande ziemlich stark zugespitzt, wie es die Seitenfigur 2 darbietet. Am Kopfe sieht man zwei Querlinien, von denen die vordere ungefähr die Mitte überquert und an beiden Seiten den Seitenrand überragt; sie stellt den hinteren Rand der Kopfkappe dar, deren Grösse bei den einzelnen Spermien etwas wechselt, indem sie den vorderen Kopfrand bald weniger, wie in Fig. 1, bald ansehnlich mehr, wie in Fig. 3 und 5, überschiesst, im letzteren Falle eine echte Mütze bildend; ihr hinterer Rand biegt sich bald stärker, bald mehr allmählich gegen den Kopfrand hinein. In der Substanz der etwas »protoplasmatisch« aussehenden Kappe erkennt man oft helle Blasen und Körner.

Ein wenig nach hinten von dem hinteren, oft etwas nach vorn hin konvexen Rand der Kopfkappe erkennt man eine andere Querlinie, die oft nach vorn hin konkav gebogen verläuft. Das zwischen den beiden Querlinien gelegene, mehr oder weniger schmale Feld ist heller als die vor und hinter ihm befindlichen Felder, indem das vordere Feld durch die etwas dunklere Farbe der Kopfkappe dunkler erscheint, und die Farbe des hinteren Feldes durch die von Fürst und später von Ballowitz nachgewiesene dunklere Beschaffenheit der hinteren Partie des Kopfes, des s. g. Hinterstücks, entsteht.

Nach der Behandlung der reifen Spermien mit Zenker-Heidenhain tritt die dunklere Farbe der hinteren Kopfpartie noch stärker hervor (Fig. 8). In solchen Präparaten tritt am hinteren Rande der Kopfkappe ein breiteres dunkleres Querband hervor, welches an den Seitenrändern als ein niedriger Wall erscheint; offenbar ist der hintere Rand der Kopfkappe oft etwas wallartig verdickt.

Der Ansatz des *Schwanzes* ist oft nicht ganz in der Mitte des hinteren Kopfrandes, sondern ein klein wenig nach der einen Seitenecke verschoben, und zwar nach der etwas weiter nach vorn hin stehenden, der s. g. dorsalen.

Der Schwanz hat ein deutliches *Halsstück*, das sich in der Regel nach vorn hin etwas verbreitert. Dort, wo er sich ansetzt, ist der hintere Kopfrand oder, richtiger, die hintere Kopffläche in der Mittenpartie schalenförmig ausgehöhlt, was am besten an abgelösten Köpfen (Fig. 17) zu sehen ist; zuweilen ist diese Einbuchtung sogar recht tief und an beiden Seiten durch je einen knopfförmigen Vorsprung, der sogar wie ein glänzendes Korn aussehen kann (Fig, 18), begrenzt. Am Vorderende des Halsstücks sitzen dicht nebeneinander drei glänzende Körnchen, welche offenbar den *proximalen Centralkörperkörnern* entsprechen. An den reifen Spermien und besonders an solchen, wo der Kopf nicht abgelöst ist, fällt es gewöhnlich schwer, diese Körner deutlich nachzuweisen (Fig. 1). In noch nicht reifen Spermien aus dem Hoden (Fig. 5 und 7) sind sie oft deutlicher; besonders aber an Schwänzen, die den Kopf verloren haben (Fig. 4 und 6), erkennt man sie besser. An solchen unreifen Spermien sieht man auch, wenn sie unbeschädigt sind, hinter diesen Körnchen, an einer Seite des Halsstückes, und zwar an der Seite, welche gegen die mehr nach vorn gerückte (dorsale) Ecke des Kopfhinterstückes liegt, noch ein stark in Anilinfarben sich färbendes Korn (Fig. 5 und 7) und zuweilen an der entgegengesetzten Seite noch ein viel kleineres Körnchen (Fig. 5). An den reifen Spermien erkennt man oft beiderseits am Halsstück je ein sehr kleines Körnchen

[1]) E. Ballowitz, *Das Retzius'sche Endstück der Säugetier-Spermatozoën.* Intern. Monatschr. f. Anat. und Phys. 1890, Bd. VII.
[2]) E. Ballowitz, *Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugethier-Spermatozoen,* Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd LII, 1891.

(Fig. 1, 3, 4), von denen das eine zuweilen grösser ist; mitunter hat es den Anschein, als ob diese beiden Körnchen querüber dem Halsstücke miteinander zusammenhingen. Diese kleinen Körnchen am Halsstück der reifen Spermien sind die Reste der grösseren an den unreifen.

Das *Verbindungsstück*, welches ungefähr anderthalb Mal so lang wie der Kopf ist, bildet einen ziemlich schmalen, sich nach hinten etwas verschmälernden Cylinder, der jedoch etwas breiter als das Halsstück ist und sich gegen dieses ziemlich scharf absetzt. Es besteht, wie gewöhnlich, aus einem Axenfaden (Fig. 10), welcher sich aus zwei Fäden zusammengesetzt zeigt (Fig. 6), und einer Hülle, welche in reifem Zustande keine ganz deutliche Struktur darbietet, indem sie zwar an den Seitenrändern fein körnig und uneben erscheint und sogar undeutliche Querlinien aufweist (Fig. 1, 2, 3 und 4), aber keine scharfe und deutlich ausgesprochene Spiralfaser zeigt. In noch nicht ausgereiften Stadien (Fig. 4 und 5) sieht man oft körnchenähnliche Gebilde, welche im Zickzack gegeneinander liegen und eine Spiralfaser vortäuschen, obwohl sich nicht sicher dartun lässt, ob wirklich eine solche vorhanden ist. Diese Körnchenbildungen sind durch eine Art Zwischensubstanz voneinander getrennt und von einer dünnen Hülle umschlossen (Fig. 5).

In noch früheren Stadien (Fig. 7) aus dem Hoden erkennt man stets ringsum den Axenfaden eine einfache Schicht heller, ungefähr gleich grosser Körner, welche sich mit Anilinfarben nicht färben; höchstens färbt sich eine zwischen ihnen befindliche, stets sparsam vorhandene, sie miteinander verklebende Zwischensubstanz. Diese v. Brunn'schen Körner scheinen in der Tat in einer spiraligen Anordnung ringsum den Axenfaden zu liegen und können sogar eine Spirale vortäuschen, besonders in etwas vorgerückteren Stadien, in welchen sie auch immer kleiner werden. In früheren Stadien sind sie nicht nur grösser, sondern sie liegen auch mehr ungeordnet, zuweilen sogar nicht regelmässig einschichtig, indem einzelne von ihnen ausserhalb der übrigen hinausragen. Durch die Präparation wird diese Körnerhülle zuweilen von ihrem Platz verschoben und teilweise abgestreift; die Fig. 10 bietet einen solchen Fall dar, wo sie teilweise nach vorn und hinten zusammengeschoben ist; in Fig. 6 ist sie dagegen vollständig abgelöst. Nach hinten ist diese Körnerhülle von der ringförmigen Jensen'schen Querscheibe begrenzt, welche beim Hunde verhältnismässig klein ist (Fig. 7); auch in etwas vorgerückteren Stadien (Fig. 5) erkennt man diese dem distalen Centralkörper angehörige Querscheibe, welche sich im optischen Durchschnitt als zwei seitliche Körnchen kundgibt (Fig. 4, 6, 7) und noch im reifen Zustande, obwohl viel undeutlicher, bisweilen nachgewiesen werden kann (Fig. 1 und 2).

An dem Verbindungsstück trifft man besonders oft einen hellen Protoplasmarest mit dem eigentümlichen, kleinen, abgerundeten und konkavierten Kuchen, welcher ihm seitlich anliegt; zuweilen ist das Verbindungsstück gebogen und enthält in seiner Biegung das fragliche Gebilde (Fig. 9). Der Kuchen fällt leicht ab. Manches deutet aber darauf, dass er, wenigstens in dem Epididymisstadium, einen normalen Bestandteil der Spermien darstellt.

Das *Hauptstück* des Schwanzes beginnt am reifen Spermium dicht hinter dem Verbindungsstück, etwas schmäler als dieses, und verschmälert sich nach hinten hin immer mehr, um am *Endstück*, deutlich abgesetzt, in diese sehr fein zugespitzte Partie überzugehen. Den Axenfaden des Hauptstücks habe ich hier nicht näher studiert; in der Hülle des letzteren erkannte ich beim Hunde keine feinere Struktur, obwohl sie wahrscheinlich wie bei mehreren anderen, näher hierauf untersuchten Säugetieren beschaffen ist.

In den Hoden studierte ich die verschiedenen Entwicklungsstadien, von denen hier aber nur einige etwas berücksichtigt werden sollen. Das in Fig. 7 abgebildete Stadium, mit den rings um den Axenfaden des Verbindungsstückes in einfacher Schicht liegenden hellen, etwas glänzenden v. Brunn'schen Körnern oder Kugeln, ist schon oben besprochen. Die in Fig. 11, 12 und 13 wiedergegebenen noch früheren Spermiden zeigen das Stadium, in welchem die Manschette dem hinteren Ende des Kopfes ansitzt, in Fig. 11 mit noch kurzer, in Fig. 12 und 13 mit fertig ausgebildeter Manschette; diese setzt sich in der Weise am Kopfe an, dass ihr oberer Rand sich hineinbiegt und scheinbar in die Kopfhülle übergeht; die Manschette hat ein ganz klares, durchsichtiges, fast glasartiges Aussehen, ganz ebene, gerade Ränder und eine gewisse Dicke, wobei, wie an den Seitenrändern im optischen Durchschnitte deutlich ist, die äussere und die innere Fläche einander parallel sind. Unten ist der Rand entweder etwas schief oder auch gerade abgestutzt, bald ziemlich dick, bald verdünnt und zeigt sich, wenn blossgelegt, oft wie gerissen. Die Manschette ist, wie der Kopf selbst, etwas abgeflacht, im Querschnitt oval, und deshalb, wenn der Kopf von einer Seitenkante betrachtet wird, schmäler. In ihrem Inneren findet man vorn am hinteren Kopfende oft einen helleren Raum und hinter diesem runde, vakuolenartige oder tropfenähnliche, schwach hervortretende Gebilde; sowie v. a. den Schwanz mit seinem Ansatz am Kopfe nebst den Centralkörpern, und zwar am Ansatze selbst zwei Körnchen, die *proximalen Centralkörper*, von denen der Axenfaden des Schwanzes zuerst breiter, bald

aber verschmälert ausläuft; dicht hinter dem eigentlichen Ansatze, am Schwanzhalse, sitzt ein grosses Centralkörperkörnchen, das sich mit Rosanilin stark färbt, seitlich an. Es ist offenbar dasselbe Körnchen, welches noch in den Stadien der Fig. 5 und 7 gut erhalten ist und nach Meves zum *distalen Centralkörper* gehört. Hinter ihm sieht man in dem Manschettenkanal den *ringförmigen distalen Centralkörper,* welcher erst später seine Wanderung nach hinten vollzieht. In diesen Präparaten ist der diese Teile umhüllende Protoplasmaklumpen abgestreift; wenn er erhalten ist, lassen sich die beschriebenen Teile ungewöhnlich deutlich sehen. Vor dem Ansatz der Manschette, welcher bald nahe dem hinteren Kopfende, bald etwas mehr nach vorn hin liegt, findet sich gewöhnlich zwischen diesem Ansatz und dem hinteren Rande der Kopfkappe ein heller, bandartiger, etwas tiefer liegender Raum, dessen Boden die Kopffläche bildet, obwohl sie auch von einer äusserst dünnen Partie der Kopfhülle überzogen ist; zuweilen stossen jedoch die Ränder der Kopfhülle und der Manschette nahe zusammen, wie die Fig. 11 zeigt. In Fig. 14 ist ein noch früheres Stadium abgebildet, wo die Manschette nach hinten hin sich stark verschmälert, und der Kopf noch beinahe kugelförmig ist; hier sieht man an ihm das helle Querband als eine quere Hohlrinne. Es ist offenbar diese so frühzeitig an den Spermiden angelegte seichte Rinne zwischen dem hinteren Rand der Kopfkappe und dem vorderen Rand der Manschette, welche noch in späteren und sogar in den reifen Stadien als das helle, oft etwas eingesenkte Querband fortbesteht. Die Fig. 15 gibt ein noch früheres Stadium wieder, wo die Manschette noch fehlt und der Kopf noch einen undeutlich netzartigen Bau hat; weit nach vorn sieht man an ihm den hervorragenden ringförmigen Rand der Kopfkappe, hinten den feinen Schwanzfaden und die Centralkörper. Zu betonen ist, dass der Ansatz des Schwanzes stets der einen Seite der Manschettenwand näher liegt, nicht in der Axe des Kanals der Manschette, und zwar immer so, dass die Seite des Schwanzes, an welcher das grosse distale Seitenkorn sich findet, der Wand genähert ist.

Schliesslich habe ich in Fig. 16 den vom Kopf abgelösten Schwanzansatz mit dem Centralkörperapparat eines etwas vorgerückteren Stadiums wiedergegeben. Hier erkennt man ausser drei proximalen Centralkörperkörnchen noch von einem derselben einen nach einer Seite hinausragenden Stab. Es ist offenbar auch hier dasselbe Stäbchen, welches Meves zuerst beim Meerschweinchen gesehen und abgebildet hat, das Meves'sche Stäbchen. Man erhält hin und wieder vom Kopfe abgelöste Schwanzenden mit diesem Stabe gut erhalten. Er scheint von einem der proximalen Centralkörperkörnchen selbst, nämlich von dem ventralen, hinauszuragen. Dies Stäbchen ist schon in dem Stadium der Fig. 15, obwohl ganz klein, sichtbar.

Schliesslich habe ich noch zu erwähnen, dass beim Hunde nicht eben selten *Doppelschwanz*spermien vorkommen. In Fig. 19 der Taf. LVI ist ein solches Spermium abgebildet worden. Die Schwänze liegen hier, wie gewöhnlich, ziemlich dicht beisammen; jeder von ihnen hat jedoch auch ein besonderes Verbindungsstück, obwohl sie gleichsam als aneinander verlötet erscheinen. Der Kopf hat, wie es sehr oft bei Doppelschwanzspermien vorkommt, nicht die normale Gestalt, sondern ist hier von geringerem Umfang, aber dicker, keulenförmiger.

Canis lupus (L.).

(Taf. LV, Fig. 1—19).

Da es mir von Interesse zu sein schien, die Spermien des Wolfes mit denen des Hundes zu vergleichen und die Wolfspermien bisher nicht näher beschrieben worden sind, benutzte ich die Gelegenheit, die Hoden eines in dem Tiergarten bei Skansen (Stockholm) eben gestorbenen männlichen Wolfes, welches Material mir durch die Güte des Vorstehers des Gartens Herr Alarik Behm und des Professors Einar Lönnberg verschafft wurde, eingehend zu untersuchen. Es zeigte sich sogleich, dass sowohl reife Spermien in der Epididymis als unreife Stadien derselben im Hoden zu finden waren.

Die reifen Spermien des Wolfes boten zwar ungefähr dieselben Formen dar wie die Hundspermien, sie waren aber im ganzen etwas kleiner. Die Fig. 1 der Taf. LV stellt ein reifes Wolfspermium dar; wenn man es mit dem Hundspermium in Fig. 1 der Taf. LVI vergleicht, so findet man, dass am Wolfspermium sowohl Kopf als Verbindungsstück und Hauptstück kleiner sind. Bei der Durchmusterung der Präparate zeigte sich dies Verhältnis als typisch, obwohl natürlich auch hier eine gewisse Variationsbreite vorkommt.

Der *Kopf* ist auch beim Wolfe abgeplattet, wie die Fig. 2 und 3 in der Kantenansicht zeigen, und, von den breiteren Flächen betrachtet, länglich oval, mit der grössten Breite vor der Mitte, hinten stark verschmälert mit ziemlich geraden Seitenrändern und quer oder eigentlich etwas schräg abgestutztem hinterem Rande, welcher im ganzen ziemlich kurz ist. In der Flächenansicht (Fig. 1, 4, 9) erkennt man oft wieder die drei der Quere

nach angeordneten Partien mit ihren Grenzlinien, nämlich das etwa ein Drittel der Kopflänge einnehmende Hinterstück mit nach vorn hin konkaver Linie, das helle Querband (»Innenkörper«) mit nach vorn konvexer Linie und das dunklere Vorderstück. Wie die Fig. 4, 9, 12 zeigen, entspricht das letztere Stück mit seiner gebogenen Grenzlinie dem Gebiet der Kopfkappe. Bisweilen fehlt das mittlere Querband (Fig. 5, 7, 10, 12), indem die Grenzlinie der Kopfkappe bis zum Hinterstück reicht.

Die Kopfkappe ist am reifen Spermium im allgemeinen ziemlich dünn und verdickt sich nur am vorderen Kopfrande, wo sie gebrämeartig vor diesem hervorschiesst (Fig. 1, 4, 8) und dunkel oder glänzend erscheint; in der Kantenansicht (Fig. 2) bildet sie einen kleinen, etwas spitzenknopfähnlichen Vorsprung. Hier und da traf ich aber Spermien an, in deren Kopfkappe ein grosser, stark glänzender, kuchenförmiger Körper, wie bei Dicotyles und Myopotamus, vorn eingeschlossen lag. Die Fig. 5 und 6 stellen solche Spermien in der Flächenansicht und Fig. 3 ein derartiges in der Kantenansicht dar; dieser Körper entspricht also einer Art Spitzenstück, es ist aber nicht konstant, sondern kommt nur mehr ausnahmsweise vor. In etwas jüngeren Stadien ist die Kopfkappe gewöhnlich etwas grösser (Fig. 7, 9, 10, 11, 12) und in ganz frühen Spermidenstadien (Fig. 15, 16, 17) ist sie in der Regel noch grösser, oft mit einer vorderen Zuspitzung und mit einer glänzenden Kugel versehen.

Am hinteren Rande des Kopfes, welcher, wie oben erwähnt, gewöhnlich etwas schräg gerichtet ist, findet sich eine konkave Einbuchtung, und zwar in der Regel nicht in der Mitte, sondern etwas derjenigen Ecke genähert, die am meisten nach hinten hin reicht. In dieser Einbuchtung ist das Halsstück des Schwanzes befestigt, und zwar zunächst mittelst der drei Körnchen des *proximalen Centralkörpers* (Fig. 1, 4, 5, 6). Am reifen Spermium lassen sich diese Körnchen nur schwer deutlich wahrnehmen, wenn der Kopf am Schwanze ansitzt; wenn er aber abgelöst ist, sieht man sie deutlicher am vorderen Schwanzende festsitzend; das mittlere von ihnen ist nicht immer nachweisbar, so dass es dann zweifelhaft bleibt, ob zwei oder drei vorhanden sind. Hinter ihnen erkennt man an der Seite des Halsstücks ein relativ grosses, glänzendes, sich stark färbendes Korn, der dorsale *vordere distale Centralkörper*, und ihm gegenüber oft noch ein kleineres, zu demselben Centralkörper gehörendes Körnchen (Fig. 3); zuweilen sind beide diese Körner von gleicher Grösse und klein (Fig. 1, 5); in vereinzelten Fällen trifft man mitten zwischen ihnen noch ein drittes Körnchen (Fig. 6) an einem dunkleren Längsstreifen des Halsstücks.

In den noch nicht reifen Stadien findet man nun, wie bei den meisten Säugetieren, diese vorderen distalen Centralkörperkörner, v. a. das dorsale, auffallend kräftiger; in den Fig. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 ist dieses dorsale Korn relativ ganz gross; das gegenüberliegende (ventrale) kleinere ist in den Fig. 8, 10 auch deutlich. Hinter ihnen liegt in Fig. 10 der *distale Centralkörperring*, welcher, wie beim Hunde klein und schmal ist; in den anderen ist derselbe offenbar schon nach hinten gewandert und nur in Fig. 7 und 12 noch erkennbar. In diesen früheren Stadien findet man nun auch beim Wolfe an der hinteren ventralen Ecke des Kopfes ein eigentümliches grösseres Korn, welches bei der Differenziation der mit Zenker-Heidenhain behandelten Präparate seine Farbe bald verliert und wohl nicht zum Centralkörperapparat gehört. Man sieht dieses Korn als eine grössere Kugel in den Fig. 9, 10, 11, 12 hinten an der ventralen Kopfecke sitzend; in der Fig. 7 ist es wohl auch da, obwohl weniger leicht erkenntlich. An einem abgelösten Kopf (Fig. 18) sah ich es auch der Ecke hinten fest anhängend. Die Natur dieses kugeligen Korns blieb mir dunkel. Beim Hunde habe ich es nicht früher bemerkt; indessen findet sich auch in Fig. 7 der Taf. LVI an einem unreifen Spermium des Hundes gerade an der entsprechenden Ecke des Kopfes ein helles, obwohl kleineres, Korn; der grössere kornähnliche Anhang der Fig. 18 gehört wohl auch hierzu. Beim Fuchs werden wir aber dies Korn in prägnanter Ausbildung wiederfinden. An einem abgelösten Schwanz einer unreifen Wolfspermie (Fig. 13), welche stark differenziert worden war, hatte das grössere vordere distale Korn allein die schwarze Farbe behalten; alle die übrigen Centralkörperteile samt dem Meves'schen Stäbchen sind entfärbt, aber noch deutlich erkennbar.

In den noch früheren Spermidenstadien (Fig. 14, 15, 16, 17) sieht man die wechselnde Gestalt des Kopfes (Fig. 17 in der Kantenansicht) mit der Kopfkappe vorn und der Manschette hinten angefügt, sowie in Fig. 14 den noch anhängenden Protoplasmaklumpen. Der Centralkörperapparat mit dem Anfang des Schwanzfadens lässt sich auch teilweise erkennen.

Am reifen Spermium ist das Halsstück mehr oder weniger lang (Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6) und im ganzen deutlich ausgeprägt. Das *Verbindungsstück* ist kaum $1^1/_2$ Mal so lang als der Kopf (öfter etwa $1^1/_3$ Mal), ziemlich schmal cylindrisch, nach hinten hin noch mehr verschmälert, mit einem undeutlich körnigen Aussehen der Hülle; eine deutliche Spiralfaser konnte ich nie dartun. Am Verbindungsstück war aber auswendig in sehr vielen Fällen ein heller, ovaler Protoplasmatropfen mit einem in diesem befindlichen gekrümmten, dunkleren, körnigen Kuchen, bald hoch oben unter dem Kopfe, bald weiter nach hinten, vorhanden; weil dieser Tropfen bei der Prä-

paration leicht abgelöst wird, ist es wahrscheinlich, dass er sehr oft, vielleicht sogar konstant vorkommt; viele solche Klumpen lagen frei in den Präparaten; wenn sie tiefer unten am Verbindungsstücke sitzen, ist dies gewöhnlich gebogen, nach der entgegengesetzten Seite buckelig gekrümmt (Fig. 4). In den unreifen Spermien sieht man die Zusammensetzung des Verbindungsstückes aus einem Axenfaden, welcher am Halsstück in eine breitere Partie übergeht (Fig. 10, 11, 12), und aus einer aus v. Brunn'schen Körnern bestehenden Hülle (Fig. 7, 8. 9); in der letztgenannten Figur ist der Protoplasmaklumpen noch da und an der einen Seite hervorragend; am hinteren Ende desselben, wo die Säule der v. Brunn'schen Körner noch endigt, erkennt man den kleinen distalen Centralkörperring. In Fig. 7 ist dieser Ring an seinem bleibenden Platz angelangt; hier ist ein Teil der Körner abgerissen.

Das *Hauptstück* des Schwanzes (Fig. 1) ist etwa $4^1/_3$ Mal so lang als das Verbindungsstück, fängt vorn etwas schmäler als dieses an und ist im ganzen schmal; es verdünnt sich nach hinten hin immer mehr und geht schliesslich in ein von ihm gut abgesetztes, feines, nicht kurzes *Endstück* über. In Fig. 8 tritt aus der Hülle der schmale Axenfaden hinten hervor; in der Hülle selbst sah ich zwar an beiden Rändern Körnerreihen, aber keine distinkte Spiralfaser.

Doppelschwanzspermien kamen einzeln vor. Die Fig. 19 stellt ein solches dar, mit einem Kopf von derselben Form und Grösse wie bei den einschwänzigen Spermien. Der Ansatz der beiden getrennten Halsstücke je mit ihren proximalen Centralkörpern, sowie die beiden getrennten Verbindungsstücke, je mit ihrem Hauptstücke versehen, sind deutlich wahrzunehmen. Am hinteren Ende laufen aber die Hauptstücke zusammen und enden mit einem gemeinsamen, wahrscheinlich aber aus zwei verklebten Fäden bestehenden Endstück.

Vulpes vulpes (L.).

(Taf. LV, Fig. 20—33.)

Da es auch interessant sein konnte, die Spermien des Fuchses mit denen des Hundes und Wolfes zu vergleichen, so bin ich dem Vorsteher des Tiergartens von Skansen Herrn Intendant Alarik Behm sehr dankbar dafür, dass er mir ein eben getötetes Fuchsmännchen verschaffte, bei welchem sowohl in der Epididymis reife als in den Hoden unreife Spermien vorhanden waren.

Schon bei dem ersten Vergleich der reifen Spermien dieser drei Canideen fällt es auf, dass diejenigen des Fuchses einen ansehnlich längeren Schwanz als die des Wolfes haben, sowie dass die des Hundes hinsichtlich der Länge ungefähr in der Mitte zwischen den anderen beiden stehen. Dies betrifft sowohl das Verbindungsstück als das Hauptstück. Dagegen zeigt sich die Länge des Kopfes bei dem Fuchs etwas geringer als bei den anderen beiden.

Die Fig. 20 der Taf. LV stellt ein reifes Fuchsspermium dar. Der *Kopf* ist auch hier oval und abgeplattet, aber dies letztere weniger stark als beim Hund und Wolf. Die Fig. 21 stellt eine Kantenansicht eines Fuchsspermiumkopfes mit der Kopfkappe und Fig. 22 ohne ein solche dar; an der letzteren Figur sieht man, dass der Kopf hinten wesentlich breiter als vorn ist und ungefähr an der Mitte mit einem Absatz in das nach vorn hin stark zugespitzte Vorderstück übergeht. In Fig. 21 deckt die Kopfkappe diese vordere Verjüngung des Kopfes, aber in Fig. 23, wo die Kopfkappe noch stärker, aber auch durchsichtiger ist, tritt die Zuschärfung des Vorderstücks sehr deutlich hervor. Nach der Behandlung mit Zenker-Heidenhain (Xylol-Parafin), wie dies bei denen in Fig. 24 und 25 geschehen ist, findet man sowohl die Grösse des Flächenbildes als die Dicke der Kantenansicht stark reduziert, wodurch eine falsche Vorstellung von den Dimensionen entstehen kann; in der Fig. 25 ist die Kopfkappe noch vorhanden; man sieht ihre dunklen Konturen und ihre hintere Grenze; das Vorderstück des Kopfes ist deshalb noch dünner, als man vielleicht beim ersten Anblick glaubt.

In der Flächenansicht (Fig. 20) sieht man gewöhnlich keinen »Innenkörper», sondern nur das mit der Kopfkappe versehene Vorderstück und hinter demselben das zur queren Grenzlinie der Kappe reichende Hinterstück. Es kommen aber auch Köpfe vor, an welchen ein gut markiertes mittleres Querband hervortritt, und zwar mit scharfen Grenzen sowohl gegen das Vorder- als das Hinterstück, wo man also von einem Innenkörper reden kann (Fig. 26).

Zuweilen, und zwar besonders an jüngeren Köpfen (Fig. 27, 29), sieht man auch zwischen diesen Partien ein Querband von bald heller, bald dunklerer Farbe. In solchen jüngeren Stadien ist die Kopfkappe gewöhnlich auch dicker und das vor dem eigentlichen Kopfe hervorragende Gebräme stärker (Fig. 27) und bisweilen deutlicher körnig (Fig. 29) als an den reifen Spermien (Fig. 20). Die Form des Kopfes der reifen Spermien ist oval, mit der grössten Breite vor der Mitte, vorn gleichmässig abgerundet, mit ziemlich geraden oder wenig gebogenen

Seitenrändern, hinten der Quere nach abgestumpft, aber mit mehr oder weniger abgerundeten Ecken (Fig. 20). Am hinteren Umfang des Kopfes, bald ungefähr in der Mitte, bald, und öfter, ein wenig nach der einen Seitenecke verschoben, ist ein seichter, konkaver Ausschnitt, in welchem der Schwanz mit dem Halsstück und den *proximalen Centralkörperchen* befestigt ist. Diese letzteren erscheinen bald als drei (Fig. 20, 24), bald lassen sich nur zwei erkennen, so dass ich hinsichtlich ihrer Anzahl hin und wieder zweifelhaft gewesen bin, und die Entscheidung ist oft sehr schwer; man steht, wie leider so oft, an der Grenze des deutlich Wahrnehmbaren. In einigen Fällen, wo abgelöste Schwänze unreifer Spermien vorlagen (Fig. 30, 31), waren nur zwei proximale Centralkörperkörner sichtbar; bei dem Ablösen der Schwänze können aber auch einzelne Körner von ihnen abgelöst werden. In einem solchen Präparate (Fig. 31) sah ich noch von dem einen (dem ventralen) Korn ein Meves'sches Stäbchen hinausragen, in dem sogar zwei kleine Körnchen erkennbar waren. Hinter den beiden proximalen Körnern waren die zwei *vorderen distalen Centralkörperkörner*, ein grosses (dorsales) und ein kleines (ventrales) vorhanden (Fig. 30, 31). In der letzteren Figur ist auch der *distale Centralkörperring* noch in seiner ursprünglichen Lage vorhanden, wogegen er in Fig. 30 schon seinen schliesslichen Platz erreicht hat und dem Vorderende des Hauptstücks angefügt ist.

In diesen beiden Figuren (Fig. 30 und 31), wie auch in den Fig. 24 und 29, findet man den Axenfaden des *Verbindungsstückes* ganz entblösst. In den Fig. 20, 21, 22, 23, 25 ist er bei reifen Spermien von der Hülle eingeschlossen, in welcher man nur ganz undeutlich die Körnerreihen, aber keine Spiralfaser wahrnehmen kann. Das Verbindungsstück ist beinahe zweimal so lang als der Kopf, im ganzen ziemlich schmal, nach hinten hin etwas schmäler und wahrscheinlich etwas abgeplattet und deshalb nicht ganz cylindrisch. Vorn endet es, quer abgestutzt, am *Halsstück*, welches gut ausgeprägt, aber ziemlich kurz und nach vorn hin etwas verbreitert ist (Fig. 20, 26); in den unreifen Spermien (Fig. 24, 29) findet man das Halsstück breiter als den Axenfaden des Verbindungsstückes. In solchen Spermien trifft man nun auch das beim Wolfe beschriebene rätselhafte grosse, seitliche, helle, kugelige Korn wieder, welches vorn neben dem Halsstück an der ventralen Ecke des Kopfhinterrandes liegt (Fig. 27, 28, 29); in Fig. 28 ist es auffallend gross. Unter den unreifen Spermien findet man schliesslich viele, die noch mit ihren v. Brunn'schen Körnern in regelrechter Anordnung versehen sind. Die Fig. 27 stellt ein solches Spermium dar; man kann die Anzahl dieser Körner in der Reihe neben dem Axenfaden der Länge nach auf etwa 19—20 veranschlagen, während beim Hund und Wolf die Anzahl geringer ist, ungefähr 15.

Ich habe auch ein paar frühere Spermidenstadien auf der Tafel wiedergeben lassen (Fig. 32 und 33), in welchen der Kopf mit der verschieden gestalteten Kopfkappe, die Manschette (in Fig. 33 mit anhängendem Protoplasmaklumpen), die Querrinne zwischen ihnen (Fig. 32) und der Centralkörperapparat mit dem Anfang des Schwanzfadens sowie mit dem Meves'schen Stäbchen (Fig. 32) zu sehen sind.

Das *Hauptstück* der reifen Spermien ist mehr als viermal so lang als das Verbindungsstück und fängt vorn schmäler als dieses an, um, allmählich weiter verschmälert, am hinteren Ende mit einem ziemlich kurzen, feinen gut abgesetzten *Endstück* zu endigen.

Doppelschwanzspermien wurden auch angetroffen. Wegen Mangel an Raum auf der Tafel konnte keine Abbildung von solchen mitgeteilt werden. Sie boten aber keine bemerkenswerten Besonderheiten dar.

Felis domesticus Schreber.

(Taf. LVI, Fig. 20—34.)

Bei dem Kater hat Fürst[1]) im J. 1887 den Kopf mit dem Anfang des Schwanzes genauer beschrieben und abgebildet. Der Kopf ist nach ihm oval, mit der grössten Breite etwas nach vorn von der Mitte; er verschmälert sich nach beiden Enden und ist am hinteren Ende plan. Am frischen Material sieht man eine Querlinie; der hintere Teil ist dicker als der vordere; durch Beale'sches Karmin färbt sich der hintere Teil mit scharfer Grenze; durch Hämatoxylin färbt sich der ganze Kopf. Eine Kopfkappe ist nicht zu finden. Der Schwanz sitzt konzentrisch. Das Verbindungsstück lässt sich leicht unterscheiden. Der Kopf misst 0,004 mm., das Verbindungsstück 0,007 mm., der ganze Schwanz 0,05 mm. Die Figuren Fürst's stellen zwei Köpfe, den einen von der Fläche, den anderen von der Kante, je mit anhängendem Schwanzanfang, dar. Die Figur der Kantenansicht zeigt, dass der Kopf sehr abgeplattet und vorn sehr spitz ist.

[1]) Carl M. Fürst, a. a. O.

In seiner Abhandlung über das Endstück der Säugetierspermien (1890) hat Ballowitz[1]) vier Abbildungen von ganzen Katerspermien veröffentlicht und zugleich gezeigt, dass dies Stück bei diesem Tier vorhanden ist und den hintersten, von der Hülle entblössten Teil des Schwanzes darstellt, sowie dass es wie der Axenfaden des Hauptstücks fibrillär aufgebaut ist. Von den vier Figuren zeigen drei den Kopf von der Fläche, die vierte ihn von der Kante her. In der Flächenansicht ist der Kopf schmal oval, nach beiden Enden verschmälert; die hintere Hälfte ist dunkler gefärbt als die vordere. Die Kantenansicht stellt ihn als sehr schmal spindelförmig mit vorderer Zuspitzung dar. Ein sehr kurzes Halsstück ist erkennbar; das schmale Verbindungsstück ist etwa anderthalb Mal so lang als der Kopf und das Hauptstück etwa vier und einhalb Mal so lang als das Verbindungsstück.

In seiner den feineren Bau der Säugetierspermien umfassenden Arbeit v. J. 1891 hat Ballowitz[2]) auch Felis domestica Briss. in der Liste der untersuchten Tiere erwähnt; auf den Tafeln finde ich indessen keine Figuren von Katerspermien, und im Texte sind sie nur ganz ausnahmsweise angeführt. Sicherlich gelten aber auch für dieselben seine allgemeinen Darstellungen hinsichtlich des Baues, welche ich schon für andere Säugetierspermien referiert habe.

Nach der ausführlicheren Beschreibung der Spermien des Hundes, des Wolfes und des Fuchses kann ich unter Hinweis auf die Figuren diejenigen des Katers kürzer besprechen. Die Spermien des Katers sind kürzer und kleiner, sowohl hinsichtlich des Kopfes als des Schwanzes. Die Fig. 20 stellt den *Kopf* von der Fläche, Fig. 21 von der Seite dar; die letztgenannte Fig. zeigt, dass der Kopf weniger abgeplattet ist als bei den Canideen, eine mehr konische kegelförmige Gestalt in der Seitenansicht darbietend. Von der Fläche gesehen, hat er eine schmäler ovale Form und ist nicht, wie bei den Canideen, vorn breiter, zeigt gar nicht eine so schöne Abrundung am vorderen Rande. Die Kopfkappe ist auch am reifen Spermium vorhanden; sie ist aber dünner, bildet vorn nur einen schmalen überragenden Saum und reicht gewöhnlich weniger weit nach hinten. Hinter ihrem Hinterrande erscheint der Kopf in der Regel mit sehr starker, breiter Kontur (Fig. 20, 25) versehen, wobei jedoch die hinterste Partie sich oft wieder heller erweist. Am hinteren Ende ist der Kopf quer abgestutzt, und zwar gewöhnlich mit etwas schiefer Richtung.

Der *Schwanz* ist gewöhnlich nicht ganz in der Mittelaxe befestigt. Sein *Halsstück* ist in der Regel ganz gut ausgeprägt, noch mehr als beim Hunde, nicht selten aber von Protoplasmaresten überzogen. An den reifen Spermien bemerkt man oft an der Seite des Halsstücks, ihr dicht angelagert, ein kleines, sich stark färbendes Körnchen (Fig. 22); nicht selten sieht man an jeder Seite des Stückes zwei solche Körnchen (Fig. 20, 21, 23); es sieht zuweilen aus, als ob diese doppelten Körnchen querüber dem Halsstücke zusammenhingen, indem sie ein schwach gefärbtes Querband zusammenbindet; ob dies wirklich vorkommt, konnte ich jedoch nicht sicher entscheiden. In etwas früheren Stadien findet sich hier stets ein grösseres kugeliges Körnchen (Fig. 24), welches von der Protoplasmahülle umgeben, an einer Seite des Halses, zuweilen sogar nicht ganz dicht an ihr liegt; ob nun dieses zum distalen Centralkörperapparat gerechnete Körnchen zu den genannten, später vorkommenden kleineren Körnchen übergeht, liess sich nicht dartun; manche Bilder sprechen aber dafür; wahrscheinlich sind diese letzteren Körnchen stets vorhanden, aber sie färben sich nicht immer, oder auch sind sie so klein, dass man sie nicht wahrzunehmen vermag. Das grössere kugelige Körnchen kann zuweilen auch der Quere nach verlängert sein und macht dann den Eindruck, als ob es aus zwei Körnchen bestände (Fig. 30; Fig. 27 und 29); in der Regel sieht man jedoch in den früheren Stadien stets, dass es nur einfach ist (Fig. 26 und 28). In solchen Stadien, wenn der Kopf vom Schwanzende abgelöst und die Hülle des Verbindungsstückes abgestreift ist (Fig. 28), erkennt man, dass am vorderen, dreieckig verbreiterten und etwas schief gestellten Ende des Halsstückes drei nebeneinander, querüber, aber etwas schief zur Axe des Axenfadens, dicht beisammen gelegene kleine Körnchen vorhanden sind, welche zu dem *proximalen Centralkörper* zu rechnen sind. Und ein wenig hinter diesen liegt das beschriebene grössere kugelige Körnchen, welches von Meves (beim Meerschweinchen) zu dem vorderen Teil des *distalen Centralkörperchens* gerechnet wird; der hintere, *ringförmige Teil* desselben Körperchens ist in diesem Stadium schon bis zum hinteren Ende des Verbindungsstückes gelangt (Fig. 28) und noch ganz stark. In den etwas früheren Stadien (Fig. 29 und 30) liegt der Ring noch dicht hinter dem Körnchen (Fig. 29) oder ist etwas nach hinten hin gewandert (Fig. 30); dann findet man natürlich noch eine Reihe von Zwischenstadien, in welchen der Ring auf seiner Wanderung nach hinten noch weiter geglitten ist, bis zu dem in den Fig. 27 und 28 abgebildeten Endstadium der Wanderung. Wenn der Kopf dem Schwanze ansitzt, ist es in der Regel sehr schwer, die proximalen Centralkörperchen zu sehen: entweder bemerkt man sie gar nicht oder nur als einen zusammenhängenden dunkleren Querstreifen. In sehr frühen Stadien, wo

[1]) E. Ballowitz a. a. O. (S. o. S. 186, 1. Note).
[2]) E. Ballowitz a. a. O. (S. o. S. 186, 2. Note).

die Manschette ausgebildet ist (Fig. 31 und 32), sieht man am Schwanzansatze entweder nur einen schwachen solchen Streifen oder auch eine Querplatte, welche oft als zwei Körnchen imponiert (Fig. 32). Die übrigen Teile des Centralkörperapparates, das distale kugelige Körnchen und der Ring, sind in dem Manschettenstadium schon scharf ausgeprägt. Der distale Centralkörperring ist beim Kater an den unreifen Spermien stets kräftig ausgebildet, und zwar weit mehr als bei den Canideen; er verkleinert sich aber sehr bei den reifen Spermien. Wenn der Schwanz mit den Centralkörperchen vom Kopfe abgelöst und weggezogen ist, sieht man an ihrer Stelle einen schmalen, hellen Kanal innerhalb des Manschettenkanales (Fig. 33).

Das *Verbindungsstück* zeigt bei dem Kater eine etwas wechselnde Länge, wie die Fig. 20 und 24 dartun. In der Regel misst es jedoch ungefähr anderthalb Mal die Länge des Kopfes. An den fertigen Spermien (Fig. 20, 24) findet man es in der Gestalt eines ziemlich schmalen Cylinders, welcher etwas breiter als das Halsstück und das Vorderende des Schwanz-Hauptstücks ist. Eine deutliche Struktur sieht man im reifen Stadium am Verbindungsstück nicht; gewöhnlich erkennt man nur eine schwach ausgesprochene Körnelung oder eine gewisse Unebenheit an den Rändern; in einzelnen Fällen nimmt man jedoch in den beiden Randpartien je eine Reihe von regelmässig angeordneten, dunkleren Körnchen wahr, welche jederseits auf etwa 14—15 zu zählen sind; sie liegen derartig angeordnet, dass sie die optischen Durchschnitte einer Spiralfaser bilden können; deutlich lässt sich jedoch die Spirale nicht dartun. Das hinterste Körnchenpaar ist wohl als der Centralkörperring anzusehen; oft ist er auch schärfer ausgesprochen. In den Fig. 21 und 25 treten die seitlichen Körnchen noch weniger hervor, und in dem in Fig. 22 abgebildeten, mit Zenker-Heidenhain behandelten Spermium sieht man davon fast nichts. An den reifen Spermien (aus der Epididymis und dem Vas deferens) findet man in der Regel den bei so vielen anderen Säugetierspermien vorkommenden seitlich ansitzenden Kuchen protoplasmatischer Substanz, welcher aber leicht abgelöst wird und deshalb in den Präparaten oft fehlt oder neben den Spermien, von ihnen abgelöst, liegt. In den in den Fig. 21, 23 und 25 wiedergegebenen Spermien ist dieses Gebilde noch an seinem Platz sitzend. Wie es sonst auch oft der Fall ist, hat sich das Spermium gerade dort gebogen oder geknickt (Fig. 23), und am Biegungswinkel sitzt ein heller Protoplasmatropfen, in dem der Kuchen eingebettet liegt. In einer seiner Figuren scheint Ballowitz, in der Mitteilung v. J. 1890, einen solchen Protoplasmatropfen abgebildet zu haben.

In den etwas früheren, noch nicht ausgereiften Stadien besteht auch bei dem Kater die Hülle des Verbindungsstückes aus einer den Axenfaden eng umschliessenden Lage von klaren, hellen, kugeligen v. Brunn'schen Körnern (Fig. 26 und 27), welche im optischen Durchschnitt als zwei Reihen von 12—14 Körnchen imponieren, indem die vor und hinter dem Axenfaden gelegenen nur schwach hervorschimmern.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist kürzer als beim Hunde und Fuchse, ungefähr so lang wie beim Wolfe, und auch am Anfang noch schmäler als bei ihnen. Es verschmälert sich allmählich nach hinten hin und läuft, ziemlich gut abgesetzt, in ein sehr feines und spitzes, helles *Endstück* aus.

Doppelschwanzspermien kommen hin und wieder vor. Eine solche ist in Fig. 34 abgebildet. Die beiden Schwänze waren hier schon am Verbindungsstück vorn ganz voneinander getrennt, hinten lagen sie dicht beisammen, waren aber nicht aneinander gelötet.

Herpestes ichneumon L.

(Taf. LVII, Fig. 1—12.)

Die Spermien des zu der Fam. Viverridae gehörenden Ichneumons, welche meines Wissens nicht, wenigstens nicht genauer, beschrieben sind, haben ungefähr die Länge derjenigen des Katers. Auch der Kopf und der Schwanz haben relativ eine entsprechende Länge. Der *Kopf* hat aber eine andere Form, indem er breiter, mehr breit-oval ist, und das Verbindungsstück ist bei dem Ichneumon viel kürzer als bei dem Kater, ungefähr so viel wie die Hälfte desselben Teils bei dem Hunde messend.

Der Kopf hat seine grösste Breite ungefähr an der Mitte und verschmälert sich nur allmählich nach vorn und hinten hin, so dass er vorn mit breiter Abrundung und hinten mit breiter querer Abstutzung endigt; die Seitenränder sind im ganzen gleichmässig gebogen, der eine Rand ist jedoch oft ein wenig mehr gebogen als der andere (Fig. 2, 5, 9). Dies ist die Flächenansicht des Kopfes; er ist aber abgeplattet, ungefähr so viel wie bei dem Kater, weniger als bei den Canideen. Die Fig. 3 und 4 stellen zwei Kantenansichten dar, an welchen man sieht, dass die eigentliche Kante ziemlich scharf und die Mittelpartie dicker ist, mit allmählich applizierter Zuspitzung nach dem Vorderrande zu. In diesen Kantenansichten erkennt man ferner, dass die Vorderpartie des Kopfes von einem

dickeren Körper eingehüllt ist, welcher bald sattelförmig die Kante beiderseits umgibt, bald ihr nur an der einen Seite anliegt. Dieser gewöhnlich kuchenförmige Körper, welcher der Kopfkappe angehört, ist auch in Fig. 1 vertreten, wo er mit seinem schmalen Rande den vorderen Umfang des eigentlichen Kopfes überragt und mit seiner grösseren Masse an der unteren Fläche gelegen ist. In Fig. 2 sieht man einen Kopf, wo dieser Körper abgelöst und der eigentliche Kopf entblösst ist. Der fragliche Körper, welcher wie bei Myopotamus und Dicotyles, sowie zuweilen auch beim Wolf, als eine Art Spitzenstück aufzufassen ist, gehört also der Kopfkappe an; schwieriger ist es nachzuweisen, wie weit nach hinten hin diese Kappe reicht, weil man nur undeutlich ihre hintere Grenze erkennt. In Fig. 1 und 9 liegen weiter hinten Andeutungen davon vor; in den übrigen Figuren sind solche nicht vorhanden; die Kopfkappe geht gewöhnlich ohne bestimmt markierte Grenze in die Hülle des Hinterstücks über; kein »Innenkörper» ist erkennbar; am vorderen Rande des Kopfes bildet aber die Kappe, wenn kein besonderer Spitzenstückkörper vorhanden ist, einen schmalen hervorragenden Saum (Fig. 5, 6, 9).

Am hinteren Umfang des Kopfes findet sich in der Mitte, oder etwas nach der einen Seite hin, eine konkave, schwache Einbiegung, in welcher der Schwanz befestigt ist. Hier bemerkt man die drei kleinen Körner des *proximalen Centralkörpers* (Fig. 1, 2, 5, 6, 9), und noch deutlicher am abgelösten Schwanzende (Fig. 10); hinter ihnen sieht man das ziemlich kurze, aber relativ breite *Halsstück*, beim unreifen Spermium mit einem vorderen distalen Korn (Fig. 9), sowie hinter diesem Stück das vorn verhältnismässig breite, nach hinten hin sich verschmälernde *Verbindungsstück*. In diesem erkennt man, bald mehr undeutlich (Fig. 2), bald weit distinkter, in der Hülle beiderseits eine Körnerreihe von etwa 9 Körnern (in jeder Längsreihe); sie können optischen Durchschnitten einer Spiralfaser entsprechen, ich vermochte jedoch nicht diese Spiralfaser wahrzunehmen. In den nicht ausgereiften Präparaten aus den Hoden findet man dann noch die Stadien, in welchen die v. Brunn'schen Körner in etwa der gleichen Anzahl (9—10 der Längsreihe nach) vorhanden sind (Fig. 4, 10) sowie, nach der Ablösung derselben, den Axenfaden, welcher bald als einfach (Fig. 9), bald in zwei (Fig. 5, 8) oder drei Fäden zerspalten (Fig. 6) erscheint; in Fig. 7 war er von einer hellen Blase mit eingeschlossenen kugeligen Körnern umfasst. In Fig. 9 sieht man auch den verhältnismässig dünnen *distalen Centralkörperring* auf der Wanderung nach hinten begriffen.

Das *Hauptstück* des Schwanzes (Fig. 1) verschmälert sich allmählich nach hinten hin und endigt mit einem relativ langen, feinen, ziemlich gut abgesetzten *Endstück*.

Doppelschwanzspermien fanden sich auch in den Präparaten. In Fig. 11 liegt ein solches aus dem Hoden vor; es ist, wie man sieht, noch unreif; an jedem der beiden voneinander ganz getrennten Schwänze ist im Verbindungsstück die noch aus v. Brunn'schen Körnern bestehende Hülle vorhanden. Die Fig. 12 stellt ein zweites, mehr unreifes Doppelschwanzspermium dar, welches an den Verbindungsstücken noch keine Hülle darbietet.

Meles meles (L.).

(Taf. LVII, Fig. 13—27.)

Von diesem, der Fam. Mustelidae angehörigen, Carnivoren erhielt ich durch die Güte des Herrn Intendanten Alarik Behm Gelegenheit, den Hoden eines kurz vorher getöteten Exemplares zu untersuchen. Die Spermien sind in der Abhandlung von Ballowitz [1]) v. J. 1891 berücksichtigt; auf seiner Tafel XIV sieht man Abbildungen von einem ganzen Spermium und die Köpfe und Verbindungsstücke von zwei anderen, ebensowie einige Partien von abgelösten Schwänzen, alle, wie es scheint, im reifen Zustande. In dem Texte, welcher den feineren Bau der Säugetierspermien im allgemeinen behandelt, und zwar sowohl den des Kopfes als des Schwanzes, hebt er hier und da einzelne Tierspermien als die Fragen besonders erläuternd hervor. Dies geschieht auch einigemal was die Spermien des Dachses betrifft; dies ist z. B. hinsichtlich des Vorkommens des Innenkörpers der Fall, welcher beim Dachs als niedrig erwähnt wird, und auch des Halsstückes, in dem er zwei nach vorn divergierende Fortsätze des Axenfadens sah, und zwar jeden dieser Fäden mit einem besonderen Endknopf versehen. Dies erkennt man auch in den Figuren; an den Figuren des Kopfes sieht man die Einteilung in Vorder- und Hinterstück sowie den Innenkörper; der Kopf ist rundlich-oval, hinten der Quere nach stark abgestutzt, im ganzen symmetrisch dargestellt.

Was nun meine eigenen Untersuchungen über die Spermien des Dachses betrifft, so fand ich sie auffallend länger und kräftiger als bei allen anderen in dieser Hinsicht bisher studierten Carnivoren. Nicht nur der Schwanz ist länger und stärker, sondern auch der Kopf ist bedeutend grösser.

[1]) E. Ballowitz a. a. O. (S. o. S 164, 2. Note).

Die Fig. 13 stellt eine reife solche Spermie aus der Epididymis dar. Der Kopf ist nicht nur lang, sondern verhältnismässig noch mehr breit. Wenn man von dem vorderen Saume der Kopfkappe absieht, ist die Breite beinahe so gross wie die Länge des eigentlichen Kopfes. Der vordere Rand ist stark abgerundet; von den Seitenrändern ist der eine bedeutend mehr gebogen und konvex als der andere, während der hintere Rand quer abgestutzt ist. Die Form des Kopfes ist im ganzen sehr unsymmetrisch, wenn man ihn von den Flächen betrachtet; er ist aber stark abgeplattet; von den Kanten her zeigt sich der Kopf also (Fig. 14) als ein schmaler Stab mit an den Seitenflächen in der Mitte ein wenig hervorragenden Erhebungen; am vorderen Ende erkennt man als ein knopfförmiges Gebilde den Saum der Kopfkappe, und am hintersten Viertel des Kopfes sieht man eine Linie, welche der vorderen Grenze des Hinterstücks entspricht. Von den breiten Seitenflächen betrachtet (Fig. 13), zeigt der Kopf am hinteren Viertel, als eine wenig gebogene Linie, dieselbe Vordergrenze des Hinterstücks und nach vorn davon einen ziemlich breiten »Innenkörper» mit stärker nach vorn konvexer vorderer Grenze; nach vorn davon findet sich das Vorderstück mit der dasselbe einhüllenden dünnen Kopfkappe, welche, wie erwähnt, am vorderen Rande einen etwas hervorragenden Saum bildet; in der Substanz der Kopfkappe ist oft ein rundlicher, glänzender Körper eingeschlossen (Fig. 13, 17).

In jüngeren Stadien ist die Kopfkappe gewöhnlich grösser und ragt weiter hinaus; die Fig. 19, 25, 26, 27 stellen solche Stadien dar; in den Fig. 19 und 25 sieht man in ihrer Substanz helle Körnerbildungen. In der Kantenansicht zeigt sich an solchen unreifen Spermien die Kappe oft eigentümlich nach vorn hin schirmartig erweitert (Fig. 15), und der vordere Rand ist dann noch verdichtet, glänzend; in Flächenansichten (Fig. 27) erkennt man auch diese spitzenstückartige Verdickung. In allen diesen Figuren, wie auch in Fig. 17, findet man, dass die Kopfkappe weit nach hinten ragt, ungefähr bis zu der Stelle, wo die vordere Grenze des Hinterstücks gelegen ist.

Am hinteren queren Rande des Kopfes ist eine kleine Einbuchtung von ziemlich regelmässig konkaver Form (Fig. 25). In dieser Einbuchtung, welche selten ganz symmetrisch in der Mitte des Hinterrandes, sondern in der Regel nach der einen (der dorsalen) Ecke desselben verschoben liegt, erkennt man die drei *proximalen Centralkörper* nebeneinander angeordnet (Fig. 13, im reifen Spermium, und Fig. 17, 19 in unreifen Spermien). Dicht hinter ihnen ist das kurze, breite, nach vorn hin noch etwas breitere *Halsstück*, welches in der Kantenansicht (Fig. 14) etwas schmäler erscheint, eingeschaltet.

Hinter dem Halsstück sieht man mit ganz querem Anfang das *Verbindungsstück* als einen ziemlich langen, cylindrischen Stab auslaufen; es ist etwa $1^2/_3$ Mal so lang als der Kopf; es zeigt in seiner Hülle eine undeutliche Körnigkeit (Fig. 13) und an seinem hintersten Ende oft noch die beiden optischen Durchschnitte des distalen Centralkörperringes in der Gestalt zweier dunkler Körner. Eine wirkliche Spiralfaser in der Hülle konnte ich nicht nachweisen.

In unreifen Stadien trifft man aber oft sehr schön um den Axenfaden herum den Beleg der v. Brunn'schen Körner in schöner Anordnung. In Fig. 17 ist ein solches Spermium abgebildet; ausser den v. Brunn'schen Körnern sieht man hier noch das grössere *vordere distale Korn* und den *hinteren distalen Ring* des *Centralkörperapparates.* In den Fig. 15 und 16 liegen ähnliche Verhältnisse, aber mit erhaltener Protoplasmaumhüllung, vor. In Fig. 20 ist ein noch jüngeres Stadium abgebildet, wo der ganze Protoplasmaklumpen mit den hellen und dunklen Körnern erhalten und eine lange Manschette gebildet ist, aus welcher der Axenfaden des Schwanzes hinaustritt, um bald in ein mit seiner Hülle versehenes Hauptstück überzugehen; es scheint, als ob die v. Brunn'schen Körner sich noch nicht angeordnet hätten, was wohl auch sehr wahrscheinlich ist, weil dies erst nach dem Verschwinden der Manschette vor sich geht; in dieser Spermide erkennt man sowohl die proximalen als die distalen Centralkörper, und von den letzteren zwei ungefähr gleich grosse vordere Körner sowie den noch weit vorne befindlichen Ring, dessen optische Durchschnitte als zwei grössere Körner sichtbar sind.

An Verbindungsstücken junger Spermiden, deren Köpfe abgelöst und deren v. Brunn'sche Körner vom Axenfaden abgefallen sind, erkennt man (Fig. 18, 24) noch deutlicher den ganzen Centralkörperapparat, nämlich in Fig. 24 die drei proximalen Körner mit dem von dem ventralen, am meisten nach hinten gelegenen Korn auslaufenden Meves'schen Stäbchen deutlich sichtbar; ferner ein grosses (dorsales) distales Korn und hinter ihm den distalen Ring; in Fig. 24 ist dieser Ring mit einem Hakenfortsatz versehen, welcher an den oben beim Stier beschriebenen erinnert. In Fig. 19 sieht man ebenfalls den Ring, aber ohne Hakenfortsatz, auf der Wanderung nach hinten begriffen. Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass in der in Fig. 21 abgebildeten sehr frühen Spermide, wo vorn in der grossen,

weit nach hinten ragenden Kopfkappe ein grosses glänzendes Spitzenkorn eingelagert ist, der Centralkörperapparat sowohl ein starkes vorderes als ein vom hinteren Ring nach hinten ragendes Stäbchen darbietet.

Was nun das *Hauptstück* des Schwanzes (Fig. 13) betrifft, so ist es vorn nur wenig schmäler als das hier verschmälerte Verbindungsstück; es verjüngt sich aber allmählich mehr und mehr nach hinten hin und geht zuletzt in ein gut abgesetztes, feines, nicht gerade kurzes *Endstück* über. Das Hauptstück ist ungefähr fünfmal so lang als das Verbindungsstück.

Doppelchwanzspermien waren auch beim Dachs vorhanden. Ich habe hier in Fig. 27 ein noch unreifes solches Spermium abbilden lassen, in welchem man die proximalen und distalen Centralkörper und die Axenfäden der beiden Verbindungsstücke mit den sie einhüllenden v. Brunn'schen Körnern schön erkennt. Hier sind die beiden grossen (dorsalen) distalen Centralkörperkörner an derselben Seite der beiden Schwänze des Spermiums plaziert. Die hinteren Teile der beiden Schwänze verliefen parallel nebeneinander, aber voneinander deutlich getrennt.

B. *Die Pinnipedier.*

(Taf. LVII, Fig. 28—32.)

Als ich im ersten Anfang des Jahres 1907 durch die Güte des Professors Einar Lönnberg die Hoden des *Halichaerus grypus*, den er auf meinen Wunsch in der Ostsee schiessen liess, bekam und sogleich die Spermien untersuchte und abbilden liess, waren die Spermien der Pinnipedier noch nicht näher studiert. Weil die Mitteilung über sie für diesen jetzt erscheinenden Band meiner Biolog. Untersuchungen berechnet war, veröffentlichte ich dann nichts darüber. Etwa gleichzeitig hat Ballowitz[1]) mit demselben Gegenstand gearbeitet und schon eine Abhandlung über die Spermien von *Phoca vitulina* publiziert. Ich erwähne dies, nur um zu betonen, dass meine Untersuchung der Spermien eines Pinnipediers auch ganz selbständig, und ohne dass ich von den Untersuchungen von Ballowitz wusste, von denen ich erst im Herbste 1908 durch den Anatom. Anzeiger Kenntnis erhielt, ausgeführt worden sind.

In seiner betreffenden, im ganzen kurzgefassten Mitteilung erwähnt Ballowitz, dass er im Anfang November 1907 zwei in 4 proz. wässeriger Formollösung konservierte Hoden von einer am 26. Sept. erlegten Phoca vitulina empfing, aus dessen Nebenhoden er zahlreiche Spermien zur Untersuchung erhielt. Er gab in seinen Abbildungen drei ganze Spermien, davon zwei in geringerer, eines in stärkerer Vergrösserung, wieder, sowie auch einen Kopf mit Verbindungstück und zwei isolierte Köpfe. »Aus den Figuren», sagt er, »ist ersichtlich, dass die Spermien von Phoca nicht besonders gross sind und von dem Typus, wie er am häufigsten bei den Mammaliern angetroffen wird, nicht abweichen». Der *Kopf* ist etwas über 0,006 mm lang und an seiner breitesten Stelle nicht ganz 0,004 mm breit, oval, vorn abgerundet, abgeplattet; im hinteren Drittel verlaufen die Seitenränder mehr geradlinig und gehen in den quer abgestutzten hinteren Rand über, welcher einen Einschnitt zur Aufnahme des Schwanzes besitzt. Die eine Ecke des hinteren Randes springt meistens etwas mehr nach hinten vor als die andere. Bei Kantenstellung erscheint der Kopf abgeplattet, etwa schmal bolzenförmig mit leicht konvexer Begrenzung auf beiden Seiten und läuft vorn spitz aus. Die Kopfkappe hatte sich in den Präparaten oft gelockert und etwas abgehoben. Der Schwanz ist ca. 0,058 mm lang, wovon etwa 0,012 mm auf das Verbindungsstück kommen. Dieses ist schmal, lässt nur geringe Andeutungen der Spiralbildung erkennen und grenzt sich nur undeutlich von dem Hauptstück ab. Der Hals ist sehr kurz. Ein kurzes Endstück liess sich oft deutlich erkennen. »Aus obigem», sagt Ballowitz, »geht hervor, dass die reifen Spermien von Phoca keine Besonderheiten darbieten und eine grosse Ähnlichkeit mit den Samenkörpern der Carnivoren, insbesondere des Haushundes, besitzen.»

Über das Verhalten der Centralkörper ist im Texte und den Abbildungen nichts mitgeteilt.

Halichaerus grypus Fabric.

(Taf. LVII, Fig. 28—32.)

Von diesem Pinnipedier sind die Spermien bisher nicht näher beschrieben worden. Sie scheinen aber dem Typus nach denen von Ballowitz geschilderten von Phoca vitulina im ganzen ziemlich unähnlich zu sein.

Die Fig. 28 stellt ein reifes vollständiges Spermium aus der Epididymis dar. Wie man sieht, ist der Kopf desselben gross, der Schwanz aber verhältnismässig kurz.

[1]) E. Ballowitz, *Zur Kenntniss der Spermien der Pinnipedier.* Anatom. Anzeiger 33. Band, No 10, 19. September 1908.

Der *Kopf* ist zwar auch bei diesem Tier oval, aber sehr asymmetrisch gestaltet, indem die vordere Hälfte nach einer Seite verschoben erscheint. Die beiden Seitenränder sind deshalb sehr ungleich in ihrer Richtung; der eine ist mehr gleichmässig konvex, der andere mit einer starken, buckeligen Konvexität in seinem vorderen Teil. Die grösste Breite liegt ungefähr an der Mitte; der hintere Teil verschmälert sich weit mehr nach hinten hin als der vordere nach vorn, wo der letztere eine breite, aber schief gerichtete Abrundung darbietet und mit einem ziemlich breiten, hervorragenden Saum der Kopfkappe versehen ist; in diesem Saum sieht man zahlreiche helle, tropfenförmige, runde Körner. Der hintere Rand der Kopfkappe scheint am Spermium der Fig. 28 nach hinten konkav, mit dahinter befindlichem »Innenkörper» zu endigen, wonach hinter dem letzteren die nach vorn konkave Grenzlinie des Hinterstücks zu sehen ist; hier ist also offenbar ein bikonvexes helles Feld oder Querband zwischen der hinteren Grenze der Kappe und der vorderen des Hinterstücks befindlich. In Fig. 32, wo die Kappe abgelöst ist, sieht man noch die Spuren ihres Anheftungsrandes. An dem in Fig. 30 abgebildeten Kopf, wo die Kopfkappe weit grösser ist, reicht sie auch weiter nach hinten, so dass das helle Querband schmäler und von weniger stark gebogenen Grenzlinien begrenzt ist. In beiden ist das Hinterende des Kopfes heller als das übrige Hinterstück.

Wenn man nun das Kantenbild des Kopfes untersucht, so findet man (Fig. 29) erstens, dass eine bedeutende Abplattung des letzteren mit ziemlich parallelen Rändern vorhanden ist. Zweitens sieht man an der Mitte das helle Querband zwischen der Kappe und dem Hinterstück, und schliesslich sitzt der freie Saum der Kappe als ein hervorragender abgerundeter Knopf auf dem zugespitzten Vorderrand des eigentlichen Kopfes. Der Kopf ist auch in etwas schiefer Richtung an dem Schwanze befestigt.

Am hinteren schmalen, oft etwas schräg abgestutzten Ende des Kopfes ist eine kleine konkave Einbuchtung vorhanden, welche in der Regel nicht in der Mitte, sondern nach der einen Seite hin gelegen ist, und zwar nach derjenigen, wo der stärkere Vorsprung des Kopfes vorhanden ist; diese Seite ist gewiss als die dorsale zu bezeichnen.

In der fraglichen Einbuchtung bemerkt man die drei *proximalen Centralkörperkörner* und hinter ihnen das sich hier befestigende, sehr kurze *Halsstück* des Schwanzes. Die drei Körner sind in Fig. 30 auch erkennbar, und noch deutlicher sieht man sie an den Schwänzen, welche von ihren Köpfen abgelöst sind, wie in Fig. 31 wiedergegeben ist.

Das *Verbindungsstück* ist ungefähr ebenso lang als der eigentliche Kopf, oder ein wenig mehr, und im ganzen schmal, nach hinten hin noch etwas verschmälert. In seiner Hülle bemerkt man zuweilen, obwohl nicht ganz deutlich, an jedem Rande eine Reihe von Körnern (9—10); sie liegen (Fig. 28, 31) ein wenig alternierend und können einer Spiralfaser entsprechen. Mir gelang es aber nie, auch nicht nach Fäulnismaceration, das Vorhandensein einer Spiralfaser nachzuweisen. Weil die Spermiogenese schon abgeschlossen war, erhielt ich keine unreifen Spermien mit den v. Brunn'schen Körnern und den Centralkörpern in jüngeren Stadien. Keine Übergangsstadien von diesen unreifen zu den reifen Spermien wurden angetroffen. Infolgedessen blieb es unmöglich, diesmal die Frage von dem Vorkommen der Spiralfaser zu entscheiden.

Das *Hauptstück* des Schwanzes verschmälert sich immer mehr nach hinten hin und läuft in ein deutlich abgesetztes, feines, kurzes *Endstück* aus.

Doppelschwanzspermien wurden auch bei diesem Tier angetroffen. Die Fig. 32 stellt ein solches Spermium dar. Wie schon oben erwähnt, ist die Kopfkappe hier abgelöst, so dass der eigentliche Kopf, und zwar in typischer Gestalt, hier blossgelegt vorliegt. Die beiden Schwänze, je mit ihren drei proximalen Centralkörpern, Verbindungsstücken, Hauptstücken und Endstücken, liegen einander der ganzen Länge nach parallel, aber doch je für sich ausgebildet.

Wenn man nun die Spermien von Halichaerus mit denen von Phoca vitulina, wie diese von Ballowitz beschrieben und abgebildet sind, vergleicht, so kommt man zu dem Schlusse, dass, wie erwähnt, sich Verschiedenheiten hier vorfinden, die nicht ganz unwesentlich sind. Erstens ist die Form des Kopfes bei Halichaerus zwar auch abgeplattet, aber mit mehr parallelen Flächen, und die schiefe Gestaltung desselben an den beiden breiten Flächen scheint bei Phoca nicht ausgesprochen zu sein, obwohl die eine hintere Ecke weiter nach hinten hin hervorragt. Ferner ist bei Halichaerus der ganze Schwanz auffallend kürzer. Und ganz besonders ist das Verbindungsstück bei ihm verhältnismässig wesentlich kürzer als bei Phoca.

RÜCKBLICK.

Wenn man eine Übersicht der hier geschilderten Spermienformen der Carnivoren zu geben versucht, findet man, dass es schwer ist, eine allen, sowohl Fissipediern als Pinnipediern, gemeinsame Charakteristik zu geben. Zwar ist für die Vertreter der Familie Canidae ein bestimmter Typus leicht zu finden. Zwischen ihnen und den Repräsentanten der Fam. Felidae, Mustelidae, Viverridae und der Gruppe der Pinnipedier sind jedoch die übereinstimmenden Züge mehr allgemeiner Natur, und die Differenzen im speziellen, v. a. hinsichtlich der Gestalt des Kopfes, so ausgesprochen, dass ich hier darauf verzichten muss, eine solche generelle Darstellung zu geben, aus welcher man die Verwandtschaftverhältnisse dieser Tiere herleiten könnte. Vielleicht würde dies besser gelingen können, wenn mir die Spermien mehrerer Vertreter der Ordnung, und v. a. der Fam. *Ursidae*, *Procyonidae* und *Hyaenidae*, sowie der Fam. *Otariidae* und *Trichechidae* zur Verfügung gestanden hätten. Wie es aber nun steht, muss ich in Bezug auf allgemeine Schlüsse hinsichtlich der Verwandtschaftsverhältnisse und der Phylogenese sehr vorsichtig sein.

Dass die Repräsentanten der Fam. *Canidae* sich durch einen gemeinsamen Typus der Kopfform und eine Übereinstimmung in der Beschaffenheit des Verbindungsstücks auszeichnen, ist schon oben betont worden; und doch weichen die Spermien des Fuchses durch die bedeutendere Länge des letztgenannten Stückes und des ganzen Schwanzes, sowie durch die geringere Grösse des Kopfes von denen des Hundes und Wolfes, welche einander näher stehen, in auffallender Weise ab.

18.

Die Spermien der Halbaffen.

Taf. LVIII, Fig. 1—16.

Da es mir von besonderem Interesse zu sein schien, zu erfahren, wie sich die Gestalt der Spermien bei den Halbaffen, bei welchen sie noch nicht beschrieben worden sind, verhält, machte ich mehrere Versuche, zuchtfähige Lemurinen zu bekommen. Das erste lebende Lemurmännchen, das ich einkaufte und tötete, hatte keine Spermien, offenbar weil dies Tier noch zu jung war. Bei dem zweiten, das ich etwa ein Jahr bei mir lebend hielt, gelang es dagegen, bewegliche Spermien in grosser Zahl zu finden.

Lemur catta L.

(Taf. LVIII, Fig. 1—16.)

Auf der Tafel LVIII ist in Fig. 1 eine reife solche Spermie aus der Epididymis, nach der Behandlung mit Osmium-Rosanilin-Kaliacetat, abgebildet worden. Die breite Gestalt des Kopfes, die Länge des Verbindungsstückes und die relative Kürze des übrigen Schwanzes sind charakteristisch.

Wenn man den *Kopf* näher untersucht, findet man in der Tat (Fig. 1, 2 und 6), dass er im Verhältnis zur Länge desselben ungewöhnlich breit ist, und dies besonders an seinem hintersten Teil, welcher dunkler erscheint und von einer stärker lichtbrechenden, im optischen Durchschnitt doppelt konturierten Hülle begrenzt ist; diese Hülle, welche als ein breiter Rand hervortritt, biegt sich nach vorn hin etwas hinein und geht mit einer kleinen Zacke in die vordere Partie über, welche heller ist und sich nach vorn hin verschmälert; an dem vorderen, abgerundeten Umfang sitzt eine in der Flächenansicht des Kopfes schmal halbmondförmig erscheinende (Fig. 1 und 6), oft stark glänzende Kopfkappe oder Mütze, welche nach hinten hin stark verdünnt ist und gewöhnlich bis zum vorderen queren Rande des Hinterstücks des Kopfes reicht. In der Kantenansicht zeigt sich, dass der Kopf ziemlich stark abgeplattet ist (Fig. 2), jedoch am Hinterstück nicht so viel wie am Vorderstück, an deren Grenze auch hier ein Absatz vorkommt; in dieser Ansicht sieht es so aus, als ob die Kopfkappe am Vorderrande des Kopfes einen dicken Knopf bildete (Fig. 2, 7); sie ist nämlich hier wallartig verdickt und stellt also in dieser Weise eine Art *Spitzenstück* oder *Perforatorium* dar. Wenn die Kopfkappe abgelöst ist, zeigt sich der eigentliche Kopf auffallend kürzer als sonst (Fig. 4) und bietet eine regelmässige, niedrige Abrundung an seinem vorderen Umfang dar. Die Länge des eigentlichen Kopfes erweist sich dann nicht grösser als die Breite desselben. Am abgelösten Kopf (Fig. 6) sieht man an dem hinteren Rande eine kleine schalenförmige Einbuchtung für den Schwanzansatz, welche in der Regel nicht ganz in der Mitte des Randes, sondern ein klein wenig nach der einen Ecke desselben hin verschoben liegt, wodurch auch bei diesen Spermien, obwohl nur schwach, eine Andeutung zu einem Unterschied zwischen ventraler und dorsaler Kante am Kopfe angegeben ist.

Das *Halsstück* ist bei diesen Spermien sehr kurz und im ganzen nur schwach ausgebildet. Dagegen ist das *Verbindungsstück* (Fig. 1 und 2) ungewöhnlich stark entwickelt, mehr als dreimal so lang wie der eigentliche Kopf. Es ist ungefähr cylindrisch und mit im ganzen ebener und glatter Fläche versehen, indem eine nur ganz schwache Körnigkeit in ihm hervortritt; an seinem hinteren Ende lassen sich nur undeutlich die optischen Durchschnitte der Jensen'schen Querscheibe als zwei Körner nachweisen. An dem Verbindungsstück sitzt, wenn er nicht durch die

Präparation abgefallen ist, konstant ein rundlicher Ballen von Protoplasma (Fig. 1 und 2), in welchem man eine hellere Substanz wahrnimmt, in deren Innerem ein Haufen von dunkleren, zusammengepackten Körnern liegt.

Durch die Präparation wird zuweilen das Verbindungsstück zerbrochen, wobei seine Hülle in grösserer oder geringerer Ausdehnung abgestreift wird. Die Fig. 3 zeigt ein solches Stück, an dem man den Axenfaden an zwei Stellen blossgelegt findet; an solchen Spermien tritt oft der körnig-spiralige Bau etwas deutlicher hervor; der Protoplasmaballen wird oft auch zerbrochen und fällt entweder ganz ab oder bleibt nur in Fetzen zurück (Fig. 3). In Fig. 5 sieht man nur den Körnerhaufen dieses Ballens um den sonst ganz entblössten Axenfaden, indem die Hülle sonst abgestreift ist. In früheren, noch nicht reifen Stadien findet man indessen auch bei Lemur die bei den Säugetierspermien gewöhnliche Schicht von runden, glänzenden v. Brunn'schen Körnern, welche sich mit Anilinfarben nach Osmiumbehandlung nicht färben lassen, deren verbindende Substanz sich aber stark färbt; an dem Rande kann man sie zählen und findet an jeder Seite des Axenfadens 20—22 St. In jüngeren Stadien (Fig. 9) liegen sie etwas weniger regelmässig angeordnet als später (Fig. 8); an solchen Spermien tritt der *distale Centralkörperring* am hinteren Ende des Verbindungsstückes als ein ganz kleiner und schmaler Ring hervor. Am vorderen Ende dieses Stückes sitzt stets das vordere seitliche (dorsale) *distale Centralkörperkorn* (Fig. 8 und 9). Dieses Korn lässt sich aber auch oft an den reifen Spermien nachweisen, und zwar dann in dem vorderen Umfang des Protoplasmaballens (Fig. 1, 2, 3); oft ist es aber so reduziert und klein, dass es sich kaum nachweisen lässt.

Was die *proximalen Centralkörper* betrifft, so sind sie an den reifen Spermien nur äusserst schwer sichtbar, und zwar als zwei sehr kleine Körner am Ansatz des Halsstückes am Kopfe (Fig. 1). An den unreifen Spermien, besonders nach dem Ablösen des Kopfes, können sie als zwei deutliche Körner nachgewiesen werden (Fig. 10 und 11), und in sehr frühen Stadien (Fig. 11) sieht man dann noch das Meves'sche Stäbchen von dem einen (ventralen) Korn nach der Seite hin und etwas nach hinten hinausragen; Fig. 12 bietet auch ein solches Stadium dar; das grosse distale Seitenkorn sitzt dann, wie gewöhnlich, an der dem Stäbchen entgegengesetzten (dorsalen) Seite und der distale Ring findet sich hier noch weit vorn. Zuweilen gelingt es auch, an dem noch festsitzenden Kopf ein Stäbchen nachzuweisen, welches der hinteren Kopffläche dicht anliegt und wohl dem Meves'schen entspricht (Fig. 13), obwohl es eine andere Richtung einnimmt; hier finden sich auch statt eines einzelnen distalen Seitenkorns zwei kleinere, eines an jeder Seite des Axenfadens; dies kommt aber zuweilen sogar in reiferen und ganz reifen Stadien vor (Fig. 3).

Oft traf ich in den Präparaten Spermiden in dem Manschettenstadium. Ich habe aber hier nur zwei solche abbilden lassen. Die Fig. 14 gibt ein Exemplar wieder, wo der Schwanz mit den Centralkörpern abgerissen worden ist; die Manschette reicht hier vorn bis zum Hinterrande der Kopfkappe. In Fig. 15 ist ein anderes Exemplar abgebildet, wo der Schwanz mit den Centralkörpern in ihrer Lage geblieben ist; die Gestalt des Kopfes geht während dieser Stadien oft mehrere Veränderungen durch, indem sie von der kugeligen Form sich allmählich abplattet, sich aber auch oft an der Mitte einschnürt, ehe sie die reife Form annimmt; zwischen dem vorderen Rande der Manschette und dem hinteren Rande der Kopfkappe findet man nämlich oft eine Querrinne, die in der Fig. 15 vorhanden ist. Die Kopfkappe geht auch mehrere Formveränderungen durch; sie ist anfangs ziemlich gross (Fig. 13, 15)* und mehr nach vorn hin hervorragend.

Doppelschwanzspermien kommen ziemlich oft vor. Die Fig. 16 gibt ein solches Spermium wieder. Es zeigt die gewöhnlichen Charaktere dieser anormalen Art; die beiden Schwänze begleiten einander in paralleler Lage die ganze Strecke von vorn nach hinten und sind am Endstück sogar dicht aneinander gelötet.

19.

Die Spermien der Affen.

Taf. LVIII, Fig. 17—30; Taf. LIX.

Da die Affenspermien im ganzen sehr wenig untersucht sind, habe ich mich viel bemüht, solche von Repräsentanten verschiedener Familien zu erhalten. Es zeigte sich indessen, dass es kaum möglich war, Spermien bei solchen Affen zu finden, die in den Tiergärten und Menagerieen an Krankheiten gestorben waren; ich war deshalb genötigt, mir lebende Tiere einzukaufen und sie zu töten. Aber, wie hinsichtlich der Lemuriden, misslangen auch bei den Affen diese Versuche mehrmals, offenbar auch hier deswegen, weil die Tiere noch nicht in das Pubertätsalter eingetreten waren. Unter den in solcher Weise geopferten *Hapaliden* gelang es mir aber schliesslich, ein Exemplar zu erhalten, welches mit Spermien versehen war. Ausserdem traf ich auch Spermien in verschiedenen Entwicklungsstadien bei einem *Inuus ecaudatus*.

Von den *Hylobatiden* konnte ich für die Erforschung der Form des Kopfes und des Verbindungsstückes die nötigen Präparate erhalten.

Dagegen misslangen alle meine Versuche, mir von Vertretern der allerinteressantesten und wichtigsten Gruppe der Affen, der Fam. der *Anthropomorphen*, das für diese Untersuchungen passende Material zu verschaffen. In der Tat habe ich alles, was mir möglich war, getan, um in dieser Hinsicht zum Ziele zu kommen. Aber vergebens. Was ich erhielt, rührte stets von zu jungen Tieren her. Diese Lücke in unseren Kenntnissen auszufüllen, ist eine nicht unwichtige Aufgabe.

Hapale jacchus L.

(Taf. LVIII, Fig. 17—30.)

Die in der Epididymis angetroffenen reifen Spermien, von denen die Fig. 17 ein vollständiges Exemplar wiedergibt, zeigen nach Behandlung mit Osmium-Rosanilin-Kaliacetat einen ovalen, abgeplatteten Kopf von etwas verschiedener Grösse; die Fig. 17 bietet die gewöhnliche, mittlere Grösse dar. Nach Behandlung mit Zenker-Heidenhain und Xylol zeigen sich die Köpfe, sowie die übrigen Teile, wie gewöhnlich, etwas kleiner (Fig. 19, 20). Aber nicht nur die Grösse der Köpfe wechselt etwas, sondern auch die Form derselben, indem sie bald mehr regelmässig, bald mehr unregelmässig oval ist und der eine Seitenrand eine stärkere Krümmung hat, wozu der Schwanzansatz zugleich dem entgegengesetzten Rande näher gerückt ist; diese schiefe Befestigung des Schwanzes kann zuweilen ganz auffallend werden, wie die Fig. 21 und 26 zeigen. Infolgedessen kann man auch hier einen dorsalen und einen ventralen Rand unterscheiden. Von der Kante gesehen, präsentiert sich der Kopf in der Regel so, wie in der Fig. 18, mit einer dickeren Hinterpartie; in anderen Fällen ist diese Hinterpartie schmäler, was sich besonders an den mit Zenker-Heidenhain und Xylol behandelten Spermien (Fig. 20) erweist. Am vorderen Teil des Kopfes erkennt man mehr oder weniger deutlich das Vorhandensein einer *Kopfkappe*, die jedoch bei den reifen Spermien nur dünn ist und mit ihrem hinteren Rand gewöhnlich kaum über die Hälfte des Kopfes, oft sogar nicht so weit, nach hinten hin reicht; dieser hintere Rand läuft oft etwas gebogen und senkt sich dann beiderseits weiter nach hinten, als seine mittlere Partie. Nach hinten von dieser Kopfkappe, welche sich mit Rosanilin ge-

wöhnlich stärker färbt als der hintere Kopfteil und sich mit einem schwachen Absatz abgrenzt, findet sich ein helleres Querband (Fig. 17, 19) und hinter demselben wieder eine dunklere Partie, das s. g. Hinterstück.

An den unreifen Spermien, aus dem Testis, ist die Kopfkappe gewöhnlich dicker; von dem Seitenrande des Kopfes gesehen (Fig. 25), präsentiert sie sich oft als ein heller Tropfen und enthält zuweilen noch einen hell gläuzenden, rundlichen Körper (Fig. 24, 30) oder einen unregelmässigen Klumpen (Fig. 27). An den reifen Spermien erscheint die Kopfkappe auch in der Randansicht des Kopfes dünn (Fig. 20) und im Verhältnis zu dem unreifen Stadium stark reduziert. Wenn die Kopfkappe abgestreift wird (Fig. 23), erscheint die vordere Partie der Kopfes ganz hell.

Hinter dem Kopfe findet sich ein kurzes *Halsstück* (Fig. 17, 19, 20, 21), welches besonders an den mit Zenker-Heidenhain behandelten Spermien stärker hervortritt und hell erscheint (Fig. 19, 20, 21). Das eigentliche *Verbindungsstück* ist im ganzen kurz, viel kürzer als bei Lemur, und wenig länger als die Kopflänge. Es ist auch ziemlich schmal. Bei den reifen Spermien (Fig. 17, 19, 20) erkennt man an diesem Verbindungsstück keine eigentliche Spiralfaser, nur eine undeutlich körnige Beschaffenheit, welche nach Osmium-Rosanilinbehandlung sich hellkörnig wie in Fig. 17 zeigt, nach Behandlung mit Zenker-Heidenhain aber sich dunkelkörnig präsentiert (Fig. 19, 20, 21); man kann die Anzahl der Körner in der Längsreihe, jederseits vom Axenfaden auf etwa 10 anschlagen, obwohl eine genaue Zählung gewöhnlich Schwierigkeiten darbietet. Die Hülle ist zuweilen abgestreift; dann erkennt man den Axenfaden (Fig. 18) als einen steifen Stab, welcher sich im Halsstück gegen den Kopfansatz hin verbreitert.

Am vorderen Ende des Halsstücks, in welchem zwei kurze Stäbe sichtbar sind, kann man zwei *proximale Centralkörperkörner* wahrnehmen, eines an jedem Stab (Fig. 22). An den mit Zenker-Heidenhain behandelten Spermien sieht man am Halsstück zuweilen noch zwei geschwärzte Körner, welche wohl auch als Centralkörperkörner, nämlich als die vorderen distalen, aufzufassen sind. Und schliesslich erkennt man am hinteren Ende des Verbindungsstückes zwei feine Körner, welche die optischen Durchschnitte des hinteren distalen *Centralkörperringes* darstellen (Fig. 17, 22), im ganzen aber sehr schwach entwickelt und zuweilen nicht mehr sichtbar sind.

Im unreifen Stadium findet man dann auch bei diesen Spermien eine Hülle von runden v. Brunn'schen Körnern oder Kugeln, welche rings um den Axenfaden liegen und zwar gewöhnlich zu zehn in der Längsreihe gezählt werden können (Fig. 25, 27). Sie liegen aber meistens nicht so regelmässig angeordnet wie bei anderen Säugetierspermien, sondern sind oft mit einigen Körnern besetzt, die von dem eigentlichen Körnerbeleg etwas hinausragen. Die Körner können durch die Präparation mehr oder weniger abgestreift werden (Fig. 26).

Das *Hauptstück* des Schwanzes fängt etwas schmäler als das Verbindungsstück an und verschmälert sich dann immer mehr nach hinten hin, bis an die Stelle, wo es in das helle, feine und lange *Endstück* übergeht (Fig. 17).

Doppelschwanzspermien waren in den Präparaten sehr zahlreich zu finden. Auf der Tafel ist in Fig. 29 ein reifes solches Spermium vollständig wiedergegeben; die Schwänze haben hier je zwei proximale Centralkörper und je einen hinteren Ring. Die Schwänze laufen ferner dicht nebeneinander, und am Endstück kleben sie so dicht zusammen, dass nur eine Spitze sichtbar ist.

In Fig. 30 findet man die vordere Partie eines unreifen doppelschwänzigen Spermiums, mit einem besonderen schönen Körnerbeleg an jedem Verbindungsstück; am Vorderende des Kopfes sieht man einen runden glänzenden Körper von derselben Beschaffenheit wie in der Fig. 24 und offenbar der Kopfkappe angehörig.

Von den noch früheren Entwicklungsstadien habe ich keine Reihe abbilden lassen wollen, weil diese Stadien in den Präparaten nur teilweise verfolgt werden konnten. Nur ein sehr frühes Stadium ist hier in Fig. 28 wiedergegeben, weil diese Zelle sehr deutlich eine Körneransammlung darbot, die mit den v. Brunn'schen Körnern des Verbindungsstückes eine auffallende Ähnlichkeit zeigte und als Vorläufer derselben in den ganz jungen Stadien schon vorhanden ist.

Inuus ecaudatus E. Geoffr.

(Taf. LIX.)

Von diesem Affen erhielt ich durch die Güte des Professors Dr Einar Lönnberg die Hoden mit entwickelter Spermiogenese und mit reifen Spermien. Weil es mir von besonderem Interesse zu sein schien, die bei den Affen vorhandenen Verhältnisse mit denen der anderen Säugetiere und des Menschen näher vergleichen zu können, habe ich den Inuus-Spermien eine ganze Tafel gewidmet.

Die Fig. 1 stellt ein mit Osmium-Rosanilin behandeltes, vollständiges, reifes Spermium in der Flächenansicht dar. Diese Spermien zeichnen sich durch ihre Grösse, v. a. durch eine Länge des Schwanzes aus, welche unter den höheren Säugetieren selten ist.

Der *Kopf* ist abgeplattet und oval, oft mit dem einen Seitenrand etwas stärker konvex (Fig. 3); da der Schwanzansatz in der Regel nicht ganz symmetrisch an dem Hinterrande ansitzt, sondern der einen Seite etwas genähert ist (Fig. 1, 3 etc.), so kann man auch hier von einer dorsalen und einer ventralen Seite reden. Von den Kanten betrachtet, zeigt sich der Kopf schmal kegelförmig, nach vorn hin zugespitzt. Weil die Fig. 3 und 4 Köpfe darstellen, welche mit Zenker-Heidenhain-(Xylol, Parafin) behandelt und deshalb geschrumpft waren, sind dieselben in allen Dimensionen kleiner. In der Fig. 2 sieht man vorn an der Spitze einen Beleg, welcher sich den beiden Seiten eine Strecke hinab anschmiegt; es ist dies offenbar die Kopfkappe. Dies wird durch die Betrachtung der Flächenansicht (Fig. 1 und 3) bestätigt, indem sich am vorderen Rande ein dunklerer, der Kappe angehörender Saum befindet, und sich die hintere Grenze dieser Kappe weit nach hinten hin als eine Querlinie erkennbar ist. In der Nähe der hinteren Grenze ist die Kopfkappe oft etwas verdickt, wie man dies an den Rändern schon in den Fig. 11 und 12 bemerkt; es findet sich nämlich hier eine bandartige Verdickung, welche querüber die Kopffläche zieht (Fig. 3, 9). Die Verhältnisse sind aber etwas wechselnd, indem die Kopfkappe oft nicht so weit nach hinten hin, etwa bis an die Hälfte der Kopflänge reicht; sie setzt sich aber stets in die dahinter befindliche sehr dünne Kopfhülle direkt fort, welche gewöhnlich der Kopffläche äusserst dicht anliegt und von ihr nur selten abgelöst werden kann. Durch das Studium der Entwicklung der Kopfkappe bei den Spermiden in ihren verschiedenen Stadien erhält man eine bessere Einsicht in diese Verhältnisse. Die Fig. 12, 14, 16, 20 zeigen die noch ziemlich dicke Kopfkappe mit ihrer hinteren Grenze und hinter derselben eine hellere Fläche. Die Fig. 9 gibt nun eine selten klare Einsicht in ihr Verhalten; sie zeigt einen Kopf in der Kantenansicht und im Durchschnittsbild; die Kopfkappe ist hier von der Kopffläche etwas abgehoben und hat an ihrem hinteren Rande eine ziemlich breite, dunklere Verdickung, nach hinten hin setzt sich aber von dem Rande dieser verdickten Partie ein dünnes Häutchen fort, welches ebenfalls von der Oberfläche des Kopfes abgelöst ist und sich erst am vorderen Rande des Hinterstücks anlegt. Hier sieht man also die Kopfkappe sich direkt in die abgehobene dünne Hülle des Kopfes fortsetzen, welche sonst an der Kopfoberfläche eng befestigt ist. Diese Hüllenpartie entspricht dem hellen Querbande hinter der Kopfkappengrenze (Fig. 6, 14, 20). An den Spermiden, welche in der Fig. 15 und 26 aus sehr frühen Stadien abgebildet sind, erkennt man ebenfalls, dass vom hinteren Rande der noch grossen Kappen ein solches dünnes Häutchen nach hinten hin fortsetzt und sich der Kopfoberfläche anlegt.

Am hinteren Ende des Kopfes, welches gewöhnlich mehr oder weniger abgerundet ist, findet sich, wie erwähnt, der meistens der dorsalen Seite näher gelegene Schwanzansatz in einer schwachen konkaven Einbuchtung. Hier findet man das ziemlich breite Halsstück, welches sich nach vorn hin etwas erweitert, und an dessen vorderer Fläche die zwei kleinen Körner des *proximalen Centralkörpers* liegen (Fig. 1); es ist indessen recht schwer, diese Körner gut differenziert zu bekommen; in Schwänzen, die von ihren Köpfen abgelöst sind, sieht man, besonders wenn sie jüngeren Stadien angehören, jedenfalls wenigstens zwei Körner; es scheint aber zuweilen, als ob noch ein drittes Korn an ihrer Seite liege (Fig. 23); hier ragt auch ein schief nach hinten-aussen gerichtetes Stäbchen, als Meves'sches Stäbchen, hinaus. Dahinter findet sich am Halsstück das grössere vordere (dorsale) *distale Centralkörperkorn* (Fig. 10, 12, 14, 18, 20, 23) sowie zuweilen noch das gegenüberliegende, meistens kleinere Korn (Fig. 19). Und nach hinten davon trifft man den *distalen Centralkörperring*, entweder ganz nahe hinter den erwähnten Körnern (Fig. 12, 14, 16, 19, 20, 23), oder weiter nach hinten an seinem schliesslichen Platze (Fig. 7, 8, 9), am Ende des Verbindungsstückes; wahrscheinlich wandert er schnell dahin, weil man ihn so verhältnismässig seltener auf seinem Weg dahin (Fig. 10, 11) antrifft. In dem Manschettenstadium der Spermiden (Fig. 26, 18, 17, 16, 14, 12) liegt er bekanntlich noch immer an seinem ursprünglichen, vorderen Platz. In Fig. 26 ist die Kopfkappe noch in einem sehr frühen Entwicklungsstadium vorhanden; sie sitzt weit vorne an dem Ende des noch grossen Kopfes und ist sehr dick. Ein noch früheres Stadium gibt die Fig. 27 wieder; hier ist der Kopf (der Kern) der Spermide noch ganz kugelig, und die »Kopfkappe» sitzt an seinem »Vorderende» als ein kleiner, dicker Kuchen.

Das *Verbindungsstück* ist bei Inuus im ganzen relativ lang, beinahe doppelt so lang als der Kopf, und verhältnismässig nicht gerade schmal, es verschmälert sich aber nach hinten. An seiner Oberfläche bemerkt man eine Menge dicht gedrängter, höckeriger Erhabenheiten (Fig. 1, 2), welche oft als Körnchen erscheinen (Fig. 1). In den Zenker-Heidenhain'schen Präparaten (Fig. 3, 4) sieht man an jedem Rande eine Reihe von dunkel gefärbten Körnern. Man kann in jeder Reihe etwa 17—18 Körner zählen. Eine wirkliche Spiralfaser erkennt man nicht;

in Fig. 1 sieht man aber die Körner in spiraliger Anordnung gelegen. Wenn man dann die unreifen Stadien untersucht, findet man am Verbindungsstück um den Axenfaden herum einen Beleg von v. Brunn'schen Körnern (Fig. 6, 7), bald mehr unregelmässig (Fig. 7), bald regelmässiger (Fig. 6) angeordnet, und zwar in einer Anzahl, in der Längsreihe, von etwa 18—24. Diese Körner sind nicht gross, und diejenigen, welche man in den reifen Spermien erkennt (Fig. 1), ähneln denen der unreifen in nicht zu verkennender Weise. Durch die Präparation werden sie in den letzteren Spermien leicht verschoben und zusammengepackt (Fig. 21). Dann tritt auch der Axenfaden hervor; er zeigt sich gewöhnlich einfach (Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 19, 20, 23); hin und wieder findet man ihn jedoch in zwei Fäden (Fig. 21, 22) gespaltet. Von besonderem Interesse ist es noch, die Art und Weise zu studieren, in welcher sich die v. Brunn'schen Körner von Anfang an anlegen und anordnen. Die Fig. 12 stellt ein Stadium dar, in welchem noch der Protoplasmaklumpen mit seinen Körnern vorn umgebogen liegt und die Manschette nicht verschwunden ist, sondern in ihrem vorderen Teil den sonst von einem Körnerbeleg freien, nur mit dem Centralkörperapparat versehenen Axencylinder enthält. In Fig. 11 liegt ein Protoplasmaklumpen mit zahlreichen, noch ungeordneten Körnern am oberen Teil des Axencylinders, während der Centralkörperring noch kaum halbwegs auf seiner Wanderung nach hinten am Hinterende des Protoplasmaklumpens gelegen ist. In Fig. 10 ist der Klumpen weiter, immer noch mit dem Ringe an der Spitze, nach hinten gewandert; und nun findet man rings um den in dem Protoplasmaklumpen befindlichen Teil des Axenfadens einen Beleg von v. Brunn'schen Körnern mit einer Reserve von ähnlichen Körnern noch nebenbei im Protoplasma. Diese Beispiele sind für die fragliche Ausbildung der Hülle des Verbindungsstückes erläuternd.

Am reifen Verbindungsstück findet man sehr oft, wie bei so vielen anderen Säugetieren, einen hellen Protoplasmatropfen mit einem dunklen, an der Oberfläche dieses Tropfens gelegenen ovalen Kuchen in sich eingeschlossen; dieser Tropfen sitzt bald weiter vorn, bald weiter nach hinten hin; im letzteren Falle ist das Verbindungsstück nach derselben Seite gebogen, mit der Konkavität nach dem Tropfen gerichtet (Fig. 5).

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist ungefähr $6^1/_2$ Mal so lang als das Verbindungsstück und fängt vorn etwas schmäler als dieses an, um nach hinten hin immer dünner zu werden und schliesslich mit einem sehr feinen, verhältnismässig kurzen, deutlich abgesetzten *Endstück* zu endigen (Fig. 1). Wenn die Hülle abgeschabt oder zerbrochen ist (Fig. 22, 24), erkennt man innerhalb ihrer den Axencylinder; dieser lässt sich in mehrere Fäden zerspalten (Fig. 25).

Auch bei Inuus wurden *Doppelschwanz*spermien angetroffen. Die Fig. 28 stellt ein vollständiges und reifes solches Spermium dar; der Kopf ist grösser als bei den reifen einschwänzigen Spermien; die beiden Verbindungsstücke, von ungefähr derselben Länge und Dicke wie bei diesen, zeigen denselben körnigen Bau; die Hauptstücke und Endstücke sind ebenfalls gleich beschaffen und liegen einander parallel, nur die Endstücke divergieren.

Hylobates agilis.

(Taf. A, unten im Texte, nach der S. 228, Fig. III.)

Von einem von mir vor etwa zehn Jahren für die Untersuchung des Gehirns eingekauften lebenden Männchen von Hylobates agilis wurden auch die Hoden im frischen Zustande gehärtet; leider wurden keine Strichpräparate aus ihnen gemacht. In den Hoden sind aber Spermien in verschiedenen Entwicklungsstadien vorhanden; in den Schnittpräparaten lassen sich die vorderen Teile derselben, der Kopf und das Verbindungsstück sowie die vordere Partie des Schwanzes, leicht studieren; dagegen gelang es mir nicht, den Schwanz in seiner ganzen Länge zur Ansicht zu bekommen. Auf der Taf. A, Fig. III, hier unten im Texte (nach d. S. 228) sind fünf Abbildungen von den (natürlich durch die Parafin-Xylolbehandlung etwas geschrumpften) Vorderteilen bei derselben Vergrösserung wie die Spermien der Affen und des Menschen wiedergegeben. Die Spermien von Hylobates sind ausserordeutlich klein. Der *Kopf* ist kurz, aber relativ breit, abgeplattet (besonders im Vorderstück). Das *Verbindungsstück* mit dem *Halsstück* ist auch sehr kurz und schmal, das *Hauptstück* ist schmal und wahrscheinlich auch kurz, das Endstück kam nicht zur Ansicht. In den unreifen Stadien zeigten sich am Verbindungsstück v. Brunn'sche Körner und bei noch jüngeren Spermiden die Manschette. Die *Centralkörper* sind sehr klein, aber sonst von gewöhnlicher Anordnung; der distale Ring ist von sehr geringer Ausbildung.

20.

Die Spermien des Menschen.

Taf. LX—LXI.

Obwohl sicherlich die Spermien des Menschen seit der Jugendzeit der mikroskopischen Forschung der Gegenstand von Untersuchungen gewesen sind und man sie in den Lehrbüchern schon seit lange her gelegentlich geschildert und abgebildet hat, finden sich indessen bis auf unsere Zeit in der betreffenden, tiefer eindringenden Literatur nur sehr wenige erläuterndere Darstellungen von ihnen. Man hat in der Tat mehr den Spermien der Urodelen und Singvögel als denen des Menschen seine Aufmerksamkeit gewidmet. Eine Ursache zu diesem Verhältnis ist wohl darin zu suchen, dass die Spermien des Menschen von auffallend geringer Grösse sind und deswegen, v. a. während der früheren Perioden der mikroskopischen Forschung, als die optischen und im ganzen die technischen Hilfsmittel noch weniger vollendet waren, den Untersuchungen grössere Schwierigkeiten darboten. Noch in der 5. Auflage seines berühmten Handbuchs der Gewebelehre v. Jahre 1867 war Albert Kölliker — welcher sich auch gerade auf dem Gebiete der Lehre von den Samenzellen so hohe Verdienste erworben hatte, indem er zuerst ihre Formvariationen eingehender beschrieb und auch als erster sicher nachgewiesen hatte, dass die Samentierchen, die Spermatozoen, umgewandelte, spezialisierte Zellen des Körpers des betreffenden Individums sind — bei der Ansicht geblieben, dass der Schwanz der Spermatozoen aus dem Zellkern selbst herausgewachsen sei; »und zwar», sagt er nämlich hier noch, »entwickelt sich, wie ich im Jahre 1855 nachgewiesen habe, aus jedem Kerne derselben Ein Samenfaden dadurch, dass der Kern sich verlängert und von seinem einen Ende aus einen Faden treibt, während zugleich der Rest des Kernes birnenförmig gestaltet zum Körper des Samenfadens wird.» Kölliker, welcher auch die Spermien des Menschen untersucht hatte, teilte von ihnen mehrere Abbildungen mit, welche für den Standpunkt der damaligen Zeit verhältnismässig gut waren.

Schweigger-Seidel [1]) hatte indessen schon im J. 1865 nachgewiesen, dass bei einer Anzahl von Tieren, Amphibien, Vögeln und Säugetieren (Schaf, Maus, Igel, Schwein, Meerschweinchen, Kaninchen), Kopf und Schwanz der Spermien genetisch nicht aus denselben Zellteilen entstammende Partien sind, indem nur der Kopf aus dem Kerne hervorgeht, der Schwanz aber ein Produkt des Protoplasmateils der Zelle darstellt, sowie dass zwischen ihnen eine dritte Partie, das Mittelstück, liegt. Schweigger-Seidel scheint aber die Spermien des Menschen nicht untersucht zu haben und gab von ihnen keine Darstellung.

Nachdem dann (1874) Eimer [2]) — hauptsächlich bei den Spermien der Vespertilionen, aber im Zusammenhang mit ihnen auch bei anderen Säugetieren und sogar beim Menschen — dargetan hatte, dass sich im Mittelstücke und im Schwanze ein Axenfaden befindet, sowie dass die Hülle des Mittelstückes sich in feine ringartige Querstücke zerteilen kann; und nachdem dann Heneage Gibbes (1879) [3]) sogar auch beim Menschen einen Spiralsaum beschrieben hatte, welcher dem ganzen Schwanz folgt, legte Jensen (1879) [4]) dar, dass in der Tat auch beim Menschen, wie beim Eber und Stier, in der ganzen Länge des Mittelstückes ein Centralstrang (Axenfaden) vorhanden ist und entblösst werden kann, an welchem er auch eine Art Umhüllung sah: »Ich kann gar nicht daran zweifeln», fügte

---

[1]) F. Schweigger-Seidel, *Ueber die Samenkörperchen und ihre Entwicklung.* Archiv f. mikrosk. Anatomie, Band I, 1865.

[2]) Th. Eimer, *Untersuchungen über den Bau und die Bewegung der Samenfäden.* Verhandl. d. physik.-medic. Gesellsch. in Würzburg. N. F. Band VI, 1874.

[3]) Heneage Gibbes, *On the Structure of the Vertebrate Spermatozoon.* Quart. Journ. of microsc. Science N. F. Vol. XIX, 1879 — and *On Human Spermatozoa.* Ibid. Vol. XX.

[4]) O. S. Jensen, *Die Structur der Samenfäden.* Bergen 1879.

er hinzu, »dass dieser übrige Theil des Mittelstückes auch hier ein Spiralstrang gewesen ist. In einem Falle glaube ich auch an Samenfäden des Testikels eine Spiralwindung des Mittelstückes gesehen zu haben.»

Den Angaben von Gibbes schloss sich bald darauf (1881) W. Krause [1]) wenigstens teilweise an; an den Mittelstücken der menschlichen Spermatozoen (aus dem Vas deferens) findet sich nach ihm hier und da ein Anhang, und der Spiralsaum tritt hervor; beim Stier scheint er diesen Saum besser auch weiter hinab am Schwanze verfolgt haben zu können.

In demselben Jahre (1881) veröffentlichte *ich* [2]) eine Mitteilung über die Zusammensetzung der Spermien und behandelte dabei auch diejenigen des Menschen. Eine Flossenmembran (nach Gibbes) oder einen Randsaum (nach Krause) konnte ich weder beim Menschen noch beim Stier finden. Auch an den menschlichen Spermien unterschied ich nur zwei wesentliche Bestandteile: den *Kopf* und den *Schwanz*, indem ich das Mittelstück Schweigger-Seidel's, als das *Verbindungsstück*, zum Schwanze rechnete und die hinterste Partie des Schwanzes als das *Endstück* aufführte. Ich gab dann eine genauere, mit Abbildungen versehene Beschreibung der reifen Spermien in ihren einzelnen Teilen. Der *Kopf* ist oval mit sich in der Regel etwas verschmälerndem Vorderende; von der Kante betrachtet, zeigt er nach vorn hin eine zugespitzte Gestalt mit hinterem dickerem, rundlichem, dunklerem und stark lichtbrechendem Teil; am vorderen dünneren Teil sind die beiden Flächen abgeplattet und sogar etwas löffelförmig ausgehöhlt. Das *Verbindungsstück* stellt eine cylindrische Partie von ungefähr der Länge des Kopfes oder etwas mehr dar, ist verhältnismässig schmal und an der Oberfläche etwas körnig oder rauh; oft haften hier protoplasmatische Fetzen an; von Spiralfasern oder Spiralsäumen an ihr konnte ich jedoch gar nichts finden. Das *Haupstück* des Schwanzes ist ungefähr um die Hälfte schmäler als das Verbindungsstück, im ganzen cylindrisch, verschmälert sich aber nach hinten hin und geht zuletzt in das feine, mehr oder weniger stark abgesetzte *Endstück* über. — Weil ich zu jener Zeit gerade mit der Herausgabe meines grossen monographischen Werkes über das Gehörorgan stark beschäftigt war, konnte ich indessen damals nur eine kurze Beschreibung der typischen Gestalt der Spermien ausführen und musste u. a. die mehr oder weniger oft vorkommenden und von mir gefundenen Variationen, v. a. die *Doppelschwänze*, die körnigen Anhänge u. s. w. unberücksichtigt lassen, »obwohl eine eingehendere Darstellung in mehrerer Hinsicht von Interesse sein möchte». Ich hoffte nämlich später darauf zurückkommen zu können.

v. Brunn's wichtige Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spermien erstreckten sich leider nicht auf diejenigen des Menschen; sie haben jedoch auf die Auffassung der Verhältnisse bei denselben sowie auf die folgenden Arbeiten Einfluss gehabt, u. a. auch dadurch, dass er die von mir vorgeschlagenen Bezeichnungen der Spermiumpartien aufnahm und befestigte. Er zeigte also, dass bei den von ihm untersuchten Säugetieren der Axenfaden von einer Hülle bekleidet durch den ganzen Schwanz läuft, im Endstück jedoch dieser Hülle entbehrt. Im Verbindungsstück sah er bei unreifen Spermien (v. a. bei der Maus) diese Hülle sich aus kugeligen Körnern aufbauen, welche sich später mit einander ringförmig (oder vielleicht spiralförmig) verbinden.

Im J. 1885 veröffentlichte v. Wiedersperg [3]) eine Abhandlung über die Entwicklung der Spermien bei mehreren Säugetieren, u. a. auch bei der Ratte, dem Elefanten und dem Menschen. Da aber die Forschung auf diesem Gebiete noch zu wenig entwickelt war, sind keine bemerkenswerten Funde zu verzeichnen. Seine Abbildungen von reifen Spermien des Menschen lieferten auch nichts besonderes, wenn man von eigentümlichen Riesenspermien und kopflosen Spermien absieht.

Im J. 1887 erschien eine neue Abhandlung von Jensen [4]), in welcher er auch die menschlichen Spermien kurz besprach. Hinsichtlich der Angabe von Gibbes über das Vorkommen eines Flossensaums äusserte er: »Ich habe weder Membran noch Randfaden zu entdecken vermocht und behaupte, dass keins von beiden in der That existiert. Die Samenkörper des Menschen stimmen, soweit meine Beobachtungen reichen, hinsichtlich ihrer Struktur mit denjenigen der oben genannten Säugethiere vollkommen überein. Ohne Schwierigkeit entdeckt man, dass das Verbindungsstück einen feinen geradlingen Achsenfaden enthält, der auch hier mit einem viel stärker lichtbrechenden Knöpfchen endigt . . . Dass die den Achsenfaden umgebende Partie, welche sich so leicht auflöst, von einem Spiralfaden gebildet ist, davon habe ich mich allerdings nicht direct überzeugen können, indem ich nicht einen Spiralfaden abgelöst gesehen habe; da indessen diese Partie, ebenso wie bei den Samenkörpern der anderen Säugethiere, eine dichte

---

[1]) W. Krause, *Zum Spiralsaum der Samenfäden.* Biolog. Centralblatt, April 1881 — und: *Nachträge* z. 1. Bande d. Handb. d. Menschl. Anatomie von C. F. T. Krause (3 Aufl.) 1881.

[2]) Gustaf Retzius, *Zur Kenntniss der Spermatozoen.* Biolog. Unters., herausgg. von G. Retzius (Erste Folge), 1881, VI.

[3]) Gustav von Wiedersperg, *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörper.* Archiv. f. mikrosk. Anatomie, 25. Band, 1885.

[4]) O. S. Jensen, *Untersuchungen über die Samenkörper der Säugethiere, Vögel und Amphibien.* Archiv f. mikrosk. Anatomie, 30. Band. 1887. — Sowie in norwegischer Sprache in Christiania Videnskabsselsk. Forhandl. 1887. — S. auch Anat. Anz. 1886.

Querstreifung zeigte, und da ferner auch in mehreren Fällen, wo die Streifen weiter von einander lagen, eine spiralähnliche Form zum Vorschein kam, so ist das Vorhandensein eines Spiralfadens im höchsten Grade wahrscheinlich.» Einen solchen in langgestreckte Windungen gelegten Spiralsaum, wie ihn Krause abbildet, und welcher am Hauptstück herabläuft, hatte Jensen nicht gefunden. Das Hauptstück hat ein ganz homogenes Aussehen. »Kommt ein Spiralfaden am Hauptstück vor, was höchst wahrscheinlich ist, so kann ich», fügt Jensen hinzu, »nur annehmen, dass derselbe den Achsenfaden mit sehr dicht an einander liegenden Windungen umgiebt, so dass dieselben für das Auge zu einem scheinbar homogenen Beleg zusammenfliessen.»

In einer ganz kurzen, leider nicht mit Abbildungen versehenen Mitteilung hat Prenant[1]) seine Befunde bei der Untersuchung der Spermien des Menschen beschrieben. Die von Jensen bei mehreren Säugetieren beobachteten Verhältnisse hat Prenant auch beim Menschen wiedergefunden, nämlich erstens das *Endknöpfchen* am vorderen Ende des Axenfadens, zweitens noch andere Körner oder auch eine Spiralfaser am Verbindungsstück und schliesslich an dessen Ende ein »interkaudales» Knöpfchen. In den fertigen oder beinahe fertigen Spermien konnte also Prenant am Vorderende des Verbindungsstücks, dem Kopfe zunächst, ein einziges Knöpfchen nachweisen, welches offenbar dem Endköpfchen des Schwanzes (le bouton caudal) der Autoren entspricht; dann kommen zwei nebeneinander gelegene Knöpfchen, zwischen welchen sich der Axenfaden inseriert, dann folgen zwei übereinander liegende Körnchen, von denen das distale, grössere eine Scheibe (wie bei Helix und Arion und den Reptilien) bildet; schliesslich finden sich drei aneinander liegende Knötchen, von denen das mittlere einer Mütze (barrette) entspricht. Statt dieser Knöpfchen kann aber der Axenfaden von einer Spirale umgeben sein, welche nur eine Windung oder auch zwei solche beschreibt; dann findet sich aber noch das vordere Endknöpfchen erhalten. Die Spirale endigt an dem »interkaudalen» Knöpfchen, nach welchem ein feines Zwischenstück am Schwanze folgt.

Ballowitz[2]) konnte auch beim Menschen nachweisen, dass der Axenfaden durch den hier äusserst schmalen Hals hindurchgeht, um mit dem Endknöpfchen sich direkt an den hinteren Kopfrand anzukitten. Das breite, dunkel tingierte, relativ grosse Endknöpfchen kann man aber eigentlich erst, nachdem der Kopf abgelöst ist, erkennen; in gefärbten Präparaten wird es nämlich sonst von dem Kopfe verdeckt, dessen Hinterstück stark die Farbe empfängt und behält, während der vordere Teil blass erscheint und die Grenze zwischen ihnen mehr oder weniger scharf ist. Bei dem Menschen fand auch Ballowitz das Endstück, und zwar von relativ grosser Länge.

In einer Reihe von Mitteilungen veröffentlichte v. Bardeleben seine Untersuchungen über die menschlichen Spermien. Die erste von diesen, welche sich an einen Befund von E. Nelson, der im J. 1889 bei diesen Spermien am Vorderende des Kopfes einen relativ langen Fortsatz mit einem Widerhaken an der Spitze entdeckt zu haben glaubte und dies auch beschrieben hatte, teilte beim Anatomenkongress in München 1891 v. Bardeleben[3]) die Befunde seiner eigenen Untersuchungen mit. Der Kopf der menschlichen Spermie besteht nach ihm aus einem vorderen helleren, sich gar nicht oder nur schwach färbenden, wesentlich aus Protoplasma bestehenden und einem hinteren, dunkleren Teil, an welchem letzteren, schon im frischen Zustande angedeutet, nach dem Absterben, besonders aber durch Reagenzien und Farbstoffe deutlicher werdende Querstreifen drei (auch vier) dunklere, zwei (drei) hellere — ähnlich dem quergestreiften Muskel — erscheinen. Im Kopfe findet sich auch ein heller, glänzender, meist gar nicht oder sehr schwer färbbarer Innenkörper, welcher in 2, 3, 4 Stücke zerfallen sein kann. Der Centralfaden des Schwanzes und des Mittelstückes lässt sich bis in den Kopf, ja bis zur vorderen Spitze hin verfolgen. Der Kopf läuft vorn in einen nicht symmetrisch gestellten Fortsatz aus, welcher höchstens die doppelte Länge des Kopfes hat, fast unmessbar dünn ist, aus Protoplasma besteht und in eine einem (Nelson'schen) Widerhaken ähnliche Spitze ausläuft. Auf dem Kopfe folgt der ganz kurze, helle Hals, in dem man öfter ein rundes Körperchen sieht, dann das Mittel- oder Verbindungsstück, zwischen welchem und dem Schwanz die Grenze als dunkle Linie zu sehen ist. Das ganze Mittelstück und der Schwanz in seiner ganzen Länge, mit Ausnahme des Endstücks, ist von einem protoplasmatischen Saume, dessen fast quer verlaufende Spiralen mit und ohne Behandlung erkennbar sind, umgeben. Die Form der menschlichen Spermien ist durchaus nicht immer genau dieselbe. v. Bardeleben unterschied im frischen Zustande etwa 5 oder 6 Varietäten, manchmal recht eigentümliche, von denen die Riesen-Spermatozoen ein grösseres Interesse darboten; ausserdem finden sich auch Formen, die als Missbildungen aufzufassen sind, z. B. solche, deren Kopf aus zwei etwas abgeplatteten Knöpfen besteht u. s. w.

---

[1]) A. Prenant, *Note sur la structure des spermatozoides chez l'homme.* Comptes rendus hebd. d. Séances et Mémoires de la Société de Biologie. T. 5, Sér. 8, 1888.

[2]) E. Ballowitz, *Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugethierspermatozoen.* Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Band LII, 1891; sowie: *Das Retzius'sche Endstück der Säugetier-Spermatozoën.* Intern. Monatschr. f. Anat. u. Phys. 1890, Band VII, 6.

[3]) Karl von Bardeleben, *Über den feineren Bau der menschlichen Spermatozoen.* Verhandl. d. Anat. Gesellschaft in München 1891. Anatom. Anz. Ergänzungsheft z. VI. Jahrg.

Er glaubte auch Ausstossungen von Teilen aus dem Kopfe beobachtet zu haben, und sogar Kernteilungsfiguren im Inneren derselben. »Es kann sich nach allem», sagt er, »nur um Pol- oder Richtungskörper handeln, also ein Homologon des beim Eie durch O. Hertwig nachgewiesenen Vorganges.»

In einer folgenden Mitteilung auf dem Anatomenkongress in Wien im J. 1892 legte v. Bardeleben[1]) seine Studien über die Spermatogenese bei Säugetieren, besonders beim Menschen, vor. Da aber ein Referat dieser Mitteilung zu weit in die Geschichte der Lehre von den verschiedenen Stadien dieses Vorgangs führen würde, werde ich darauf verzichten, um so mehr als ich in meiner eigenen Darstellung wesentlich die späteren Stadien desselben behandeln will. In Übereinstimmung damit habe ich auch nicht die Mitteilung D. Biondi's (vom J. 1887) über die Entwickelung der Samenfäden beim Menschen hier referiert. Nur insofern, als die betreffenden Arbeiten eine wesentliche Erläuterung der späteren und besonders der reifen Stadien geben können, sollen sie, dem Plane meiner Arbeit gemäss, hier etwas eingehender berücksichtigt werden. Nachdem durch die Untersuchungen von F. Hermann, Fr. Meves und M. v. Lenhossék die Bedeutung und Beteiligung der Centralkörper bei der Spermienentwicklung in verschiedenen Wirbeltieren nachgewiesen worden war, wurde schliesslich die Lehre von dem Verhalten dieser Zellorgane durch neue Untersuchungen von Meves beim Meerschweinchen ungefähr zu dem Standpunkt gebracht, welcher jetzt als massgebend betrachtet wird, und für welche ich schon oben berichtet habe. Meves untersuchte dann auch die entsprechenden Verhältnisse beim *Menschen* und machte hierüber auf dem Anatomenkongresse in Kiel im J. 1898 eine eingehendere Mitteilung. Er hat selbst später (f. d. J. 1901)[2]) ein Referat über diese seine Befunde gegeben, weshalb ich es am richtigsten finde, dasselbe hier hauptsächlich anzuführen. »Für Mensch und Ratte beschrieb ich», sagt er, »dass der *proximale* Centralkörper, welcher sich an den Kern anlagert, in einer Richtung senkrecht zum Achsenfaden zu einem Stäbchen in die Länge wächst. Dieses Stäbchen verbindet sich zuerst nur durch sein eines in der Verlängerung des Achsenfadens liegendes Ende, später in grösserer Ausdehnung mit dem Kern. Der *distale* Centralkörper dagegen gestaltet sich zu einem stumpf kegelförmigen Gebilde um, dessen Spitze dem Samenfadenkopf zugekehrt ist; später findet sich an seiner Stelle ein Knöpfchen und dahinter ein Ring. Diese beiden Gebilde sind aus dem Kegel hervorgegangen, wahrscheinlich in der Weise, dass die dem Spermienkopf zugekehrte Spitze desselben abgetrennt wurde und die übrig bleibende basale Masse sich zu einem Ring umgestaltete. Der Achsenfaden steht durch das Lumen des Ringes hindurch mit dem abgetrennten Knöpfchen in Verbindung. Auf einem folgenden Stadium wandert der Ring am Achsenfaden entlang nach hinten, um sich an der Grenze zwischen Verbindungsstück und Hauptstück zu lokalisieren und die sog. hintere Schlussplatte von Jensen zu bilden. Die übrigen Centralkörperteile dagegen bleiben an Ort und Stelle liegen. Der Fortsatz, welcher sich von dem proximalen Centralkörper frei in die Zellsubstanz erstreckt, verschwindet. Das von dem distalen Centralkörper abgetrennte Knöpfchen ist das von Jensen sog. Endknöpfchen des Achsenfadens, d. i. diejenige Partie, welche nach der Darstellung v. Lenhossek's beide Centralkörper der Spermatide enthalten sollte; in der That stellt sie also nur den einen, liegen gebliebenen Teil des hinteren Centralkörpers dar.»

Benda, welcher bis dahin das Aussprossen des Axenfadens (des Schwanzes) von den Centralkörpern, entgegen Meves und v. Lenhossek, verneint hatte, schloss sich dann auch dieser Meinung an; ebenso gab Benda seine frühere Ansicht hinsichtlich der Herkunft des distalen Ringes auf. Schon im J. 1897 hatte übrigens Meves[3]) die Entstehung des Axenfadens menschlicher Spermien aus dem äusseren (distalen) der beiden Centralkörper, und zwar im frühen Spermidenstadium, sicher nachweisen können.

Im J. 1901 gab Waldeyer in seiner umfassenden Arbeit »Die Geschlechtszellen» (Oscar Hertwig's Handbuch d. vergl, u. exper. Entw.-gesch. d. Wirbeltiere) eine vorzügliche kritische Zusammenstellung des Wissens auch hinsichtlich des Baues der menschlichen Spermien.

Broman wies nach, dass der proximale Centralkörper in den reifen menschlichen Spermien nicht einheitlich ist, sondern sich nach guter Färbung und Differenzierung als aus zwei nebeneinander gelegenen, ungefähr gleich grossen Körnchen zusammengesetzt zeigt.

In zwei grösseren Abhandlungen gab Broman[4]) (im J. 1902) eine umfassende Darstellung der atypischen Spermien des Menschen und anderer Wirbeltiere.

---

[1]) Karl von Bardeleben, *Ueber Spermatogenese bei Säugethieren, besonders beim Menschen.* Verhandl. d. Anatom. Gesellschaft in Wien, 1892. Anatom. Anz. Ergänzungsheft z. VII. Jahrg. 1892.

[2]) Fr. Meves, *Struktur und Histogenese der Spermien.* Merkel-Bonnet's Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte. XI. Band 1901, ersch. 1902.

[3]) Fr. Meves, *Die Entstehung der Axenfäden menschlicher Spermatozoen.* Anat. Anz. XIV. Band, 1897.

[4]) Ivar Broman, *Ueber atypische Spermien (speciell beim Menschen) und ihre mögliche Bedeutung.* Anat. Anz. XXI. Band, 1902. — Sowie: *Über Bau und Entwickelung von physiologisch vorkommenden atypischen Spermien.* Merkel-Bonnets Anatomische Hefte (H. 60), 1902.

In meiner angeführten Mitteilung vom J. 1881 hatte ich erwähnt, dass ich beim Menschen *Doppelschwänze* gefunden, ich beschrieb sie aber damals nicht. Später haben andere Forscher (Cutler, Bertachini, Maddox) solche Spermien geschildert. Ausserdem wurden *dreischwänzige* (Maddox) beschrieben. Ferner wurde das Vorkommen von *zweiköpfigen* menschlichen Spermien, je mit einem Schwanz (Bertachini, Maddox, Regaud) oder mit zwei oder drei Schwänzen (Cutler), sowie von *dreiköpfigen* mit zwei oder drei Schwänzen nachgewiesen. Auch waren *Riesenspermien* und *Zwergspermien*, sowie eine Anzahl von Spermien mit anormal geformten Köpfen beim Menschen beschrieben.

Broman hatte nun in seinen Abhandlungen eine grosse Anzahl solcher atypischer Formen abgebildet und beschrieben sowie ihre Entstehung und Bedeutung zu erläutern gesucht. Er unterschied drei Hauptarten, nämlich erstens *Riesen-* und *Zwergspermien*, zweitens *einköpfige mit zwei oder mehr Schwänzen* und drittens *zwei- oder mehrköpfige* mit einem Schwanz oder mehr. Dazu fügte er noch, als eine vierte Hauptart atypischer Spermien, die, welche zwar normal gross und einfach sind, aber durch eine abnorme Form von den normalen Spermien abweichen. Da ich aber schon im X. Bande dieser Serie (Biolog. Unters., N. F., X. Band, 1902, S. 47—48) ein eingehenderes Referat der betreff. Befunde Broman's gegeben habe, kann ich auf dasselbe hinweisen. Hier sei nur von neuem betont, was er hinsichtlich der Entstehung der Doppelschwänze hervorhebt, nämlich dass sie ihren Ursprung im allgemeinen von zwei resp. mehrpoligen Mitosen nehmen, deren Chromosomen alle zusammen bleiben und von einer gemeinsamen Kernmembran umgeben werden, wobei auch das Cytoplasma ungeteilt bleibt; der an jedem Spindelpol gelegene Centralkörper teilt sich während der Anaphasen in zwei, und diese wandern dann den von den anderen Spindelpolen kommenden Centralkörpern entgegen; zuletzt sammeln sich die Centralkörperpaare, beide resp. alle, an *einer* Stelle der Zellperipherie; nachdem diese Wanderung der Centralkörper beendet ist, wächst von dem distalen Centralkörper jedes Paares ein Schwanzfaden aus. Beim Menschen wandern die Centralkörperpaare in gerader Linie auf den Kern zu und befestigen sich an ihm; die Centralkörper führen ganz dieselben Umwandlungen durch, welche Meves bei den normalen menschlichen Spermatiden beschrieben hat. Ferner hatte Broman sich überzeugt, wie schon oben erwähnt ist, dass es bei den normalen Spermien des Menschen nicht nur, wie es Meves beschrieben hatte, zwei hintereinander gelegene Centralkörper gibt, sondern dass wenigstens der proximale, vielleicht auch der distale »Endknopf», in 2 Körner konstant zerlegt ist. Im Bereiche des Verbindungsstückes ist der Axenfaden von einer stark färbbaren Spiralhülle umgeben, auf der oft eine deutliche Cytoplasmahülle zu sehen ist. Das Halsstück ist bei geeigneter Behandlung deutlich. Eine (aus dem Centralkörperring stammende) Schlussscheibe hatte er bei den reifen menschlichen Spermien nicht unterscheiden können. Am meisten variiert die Kopfform. Die Kopfkappe kann kleiner oder grösser als normal sein; sie kann auch dem Kopfe schief aufsitzen. Die Form des eigentlichen Kopfes variiert ziemlich viel. Die Insertion des Schwanzes kann abnorm sein. Die Spiralhülle zeigt bisweilen Abnormitäten, kann verschieden lang und dick sein. Die Länge des Schwanzes variiert nur innerhalb sehr enger Grenzen. Die Hülle des Hauptstücks des Schwanzes kann abnorm stark sein oder mehr oder weniger vollständig fehlen.

In demselben Jahre (1902) veröffentlichte *ich* [1]) einige weitere Beiträge zur Kenntnis der Spermien des Menschen und einiger Säugetiere, wobei ich teils eine neue Beschreibung der normalen typischen reifen Spermien gab, teils eine Anzahl der wichtigeren atypischen Formen beschrieb und abbildete. »Während die Form und die Dimensionen des Schwanzes und seiner verschiedenen Abtheilungen nur ganz selten Abweichungen von dem Typischen zeigen, variirt der Kopf innerhalb so bedeutender Grenzen und so oft, dass es sogar schwer ist, das Reguläre, Typische ganz genau festzustellen.» Ich kam indessen zu der Überzeugung, dass die von mir im J. 1881 gegebene Darstellung der Kopfformen richtig ist (s. o.). Neben der typischen *ovalen* Form der Flächenansicht kommt auch äusserst häufig die mehr *elliptische* vor, und zwar bald schmäler, bald breiter, so dass sie sogar in eine rundlich-scheibenförmige übergehen kann; zuweilen ist die vordere Partie breiter als die hintere. Gewöhnlich sind die beiden Seitenränder ziemlich symmetrisch, hin und wieder aber etwas unsymmetrisch. In der Kantenansicht wechselt die Kopfform weniger, kann aber doch bald schmäler, bald breiter, und auch verschieden zugespitzt sein. Die Grösse des Kopfes wechselt sehr; die längst bekannten Zwerg- und Riesenspermien sind keine seltenen Vorkommnisse, mit ihren verschiedensten Übergangsformen zu den typischen. Die Kopfkappe stellt eine dünne Hülle dar, welche sehr verschieden weit nach hinten reicht, in der Regel aber die vorderen zwei Drittel oder drei Fünftel des Kopfes dicht anliegend bedeckt, bald aber nur die obere Hälfte oder das obere Drittel oder noch weniger einhüllt, bald auch weiter nach hinten reicht. Nicht selten sieht man an ihrem hinteren Umfange eine bandartige, ringförmige Verdickung. In der Kopfsubstanz kommen besonders oft Einschlüsse von rätselhafter Natur und offenbar von wechselnder Art

[1]) Gustaf Retzius, *Weitere Beiträge zur Kenntnis der Spermien des Menschen und einiger Säugethiere.* Biolog. Untersuch., N. F., X. Band, 7. 1902.

vor; ein Teil derselben waren schon Eimer bekannt und sind deshalb als Eimer'sche Körperchen bezeichnet worden; von Bardeleben hat ihnen auch eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. In manchen Figuren Broman's findet man sie wiedergegeben, und in meiner Darstellung v. J. 1902 habe ich sie eingehender geschildert und abgebildet, weshalb ich darauf hinweise. Auch hinsichtlich des *Halsstücks* mit den *Centralkörpern* des *Verbindungsstücks*, des *Hauptstücks* und des *Endstücks* weise ich auf diese meine Darstellung hin und komme übrigens hierunten teilweise auf sie zurück. In derselben gab ich auch eine Beschreibung der zuerst von mir gefundenen *Doppelschwänze* sowie der zuerst von Bertrachini geschilderten *Doppelköpfe*. Hinsichtlich der ersteren fand ich, dass ein bedeutender Teil nur je zwei nebeneinander gelegene proximale Centralkörperkörner am vorderen Ende des Halsstückes hat und deshalb wahrscheinlich durch eine Spaltung des Axenfadens des Schwanzes entstanden sein dürfte, während bei den Doppelschwänzen anderer Säugetiere gewöhnlich an jedem Schwanz drei solche Körner vorkommen.

In einem Aufsatz (im J. 1905) schilderte Wederhake [1]) seine Befunde hinsichtlich des sog. Eimer'schen Körperchens im Kopfe der menschlichen Spermien. Er kam zu der Ansicht, dass diese Körperchen, welche nicht in allen Spermienköpfen vorkommen, in einem Zusammenhange mit der Differenzierung des Kernes der Spermatide und des noch nicht reifen Spermienkopfes stehen; die Annahme liegt nahe, sagt er, »dass das Eimer'sche Körperchen als das Idiozomkörperchen der menschlichen Spermien anzusehen ist, und nicht, wie Eimer es wollte, als ein Rest des Kernkörperchens des Spermatidenkernes.«

Ries [2]) fand in den Köpfen menschlicher Spermien Strömungen einer färbbaren Substanz, welche er für Chromatin hielt und die vorwiegend in dem dickeren Hinterstück vorkommt, aber sich nach vorn hin bewegen kann und dann helle Lücken aufweist; infolgedessen dürften die bekannten hellen Flecke keine Einschlüsse besonderer Massen oder Vakuolen sein, sondern leer gebliebene Stellen der Scheibe, bedingt durch ein unregelmässiges Vorströmen des Chromatins.

Während der seit der Veröffentlichung meiner letzten, eben erwähnten Beiträge zur Kenntnis der Spermien des Menschen (1902) verflossenen Jahre habe ich die Studien über den Bau derselben hin und wieder fortgesetzt. In Betreff der Formen der reifen Spermien in ihren mannichfachen Wechselungen habe ich seitdem im wesentlichen nichts Neues gefunden, so dass es sich kaum lohnen würde, eine neue detailierte Beschreibung der Befunde zu geben. Ich will deshalb hinsichtlich der reifen Spermien und der Variationen derselben auf diese meine Darstellung v. J. 1902 hinweisen, sowie auf die referierten Abhandlungen Broman's, in welchen v. a. die verschiedenen atypischen Spermien in ihren zahlreichen Wechselungen in vorzüglicher Weise dargestellt und besprochen worden sind.

Dagegen scheinen mir die Entwicklungsvorgänge, und besonders die späteren Stadien der Ausreifung noch nicht hinreichend behandelt worden zu sein; diese Stadien sind teils wegen des Vergleiches mit den entsprechenden bei anderen Mammalien, teils auch für ein genaueres Verständnis des reifen Zustandes der menschlichen Spermien selbst von besonderem Interesse. Ich habe mich infolgedessen bemüht, die fraglichen Stadien eingehender kennen zu lernen. Die Aufgabe gehört aber nicht gerade zu den leichteren. Beim Studium der Spermienentwicklung stösst man bekanntlich oft auf Schwierigkeiten und zweideutige Verhältnisse. Ganz besonders gilt dies dem Verhalten der Centralkörperderivate. Man bekommt im Mikroskope recht wechselnde Bilder. Man muss sich deswegen vor vorausgefassten Meinungen und Konstruktionen in acht nehmen und eher zu wenig als zu viel sehen, eher Skeptiker als Gläubiger sein. Die spermiogenetischen Vorgänge sind im ganzen auffallend leichter bei den Nagetieren — Cavia, Mus und Cynomys — zu eruieren als beim Menschen. Hinsichtlich der Applikation der Befunde bei den Nagetieren auf die Verhältnisse beim Menschen und bei anderen Säugetieren muss man vorsichtig sein, denn die Verhältnisse können nicht unwichtige Verschiedenheiten enthalten, welche sich nur schwer wahrnehmen lassen, und zwar gerade deshalb, weil sie an der Grenze des Wahrnehmbaren liegen können. Im ganzen muss man viele gute Präparate durchmustern und sich nur an die möglichst unzweideutigen Bilder in den Präparaten halten.

Ich habe nun in der vorliegenden Frage diesen Prinzipien zu folgen versucht, bin aber in mehreren Beziehungen auch nicht zum Abschluss gelangt. Was ich gefunden habe, werde ich indessen hier zu schildern versuchen.

---

[1]) Wederhake, *Zum Bau und zur Histogenese der menschlichen Samenzellen.* Anatom. Anz. Bd. 27, 1905.

[2]) Julius Ries, *Bewegungserscheinungen an Köpfen menschlicher Spermien.* Zentralblatt für Physiologie, Band 21, Nr. 10, 1907. — S. auch: J. Ries, *Neue Anschauungen über die Natur der Astrosphären.* Mitteil. d. Naturforsch. Gesellsch. Bern 1907.

In Betreff der Gestaltung und des feineren Baues der reifen menschlichen Spermien ist hier zu der oben in der geschichtlichen Darstellung gegebenen Charakteristik kaum etwas von Wichtigkeit hinzuzufügen. Wie sowohl von mir als von mehreren anderen Autoren hervorgehoben worden ist, wechseln die Form und die Grösse des Kopfes dieser Spermien in recht bedeutendem Masse. Die Länge des Schwanzes und dessen einzelner Partien variiert weniger. Wenn man nun unter diesen Spermien einen Typus herauswählen soll, stösst man wegen der Variationen des Kopfes auf Schwierigkeiten. Infolgedessen sind auch die von den Autoren gelieferten Abbildungen der menschlichen Spermien etwas wechselnd. Vor allem kann man bei der Auswahl etwas im Zweifel sein, welche Länge und Dicke man als für den Kopf typisch betrachten mag. Hierbei spielt aber auch die Präparationsmethode eine nicht unwesentliche Rolle, indem v. a. durch die Behandlung mit Xylol-Parafin eine Schrumpfung entsteht; die Fixierung mit Überosmiumsäure erhält dagegen die Proportionen gut. Die von mir im X. Bande dieser Reihe (im J. 1902) veröffentlichten Abbildungen von menschlichen Spermien wurden meistens nach Präparaten gezeichnet, welche mit Zenker-Heidenhain-Xylol-Parafin behandelt waren, und stellen also geschrumpfte Spermien dar; die in Fig. 1 und 2 als typische wiedergegebenen Spermien wurden ausserdem von dem Zeichner in relativ noch kleinerem Massstab abgebildet, um in einem Buche von Oktavformat, für welches sie bestimmt waren, Platz zu finden, was in der Tafelbeschreibung leider nicht betont wurde. Ich habe mich nun bemüht, eine neue Abbildung einer typischen reifen menschlichen Spermie hier in ganz derselben Vergrösserung, wie die von mir in der Regel für Spermien angewandte, wiederzugeben, nämlich bei Zeiss' Apochromat., Homog. Imm. 2 mm Apert. 1,30 und Komp. Ok. 12. Nach Durchmusterung der Präparate und nach Messung einer Anzahl von Spermien habe ich nun diejenige als typisch ausgewählt, welche in Fig. 1 der Taf. LX wiedergegeben ist.

Die Fig. 1 stellt also eine reife Spermie des Menschen dar, welche nicht nur mittlere Proportionen des Kopfes, sondern auch die am meisten vorkommende Gestalt desselben darbietet. Die Fig. 2—7 stellen einige Vorderpartien von anderen Spermien in oft vorkommenden Formen und Proportionen dar; alle diese Figuren geben die Köpfe von einer der breiteren, mehr abgeplatteten Flächen wieder. Die Fig. 8—13 sind dagegen Ansichten von einer der beiden schmalen Seiten. Wie die Fig. 1 zeigt, bildet der Kopf ein schönes Oval mit einer vorderen hellen Hälfte, dem sog. Vorderstück, und einer hinteren dunkleren Partie, dem Hinterstück; zwischen beiden diesen Teilen läuft eine ausgeprägte Grenze. Am Vorderstück sieht man hier kaum Andeutungen der im reifen Zustande stark verdünnten Kopfkappe; in der Mitte erkennt man eine schwache Konkavität. Am Hinterstück bemerkt man in der Kante eine dicke, dunkle, glänzende Kontur, welche eine Hülle anzeigt. In der Kantenansicht der Köpfe (Fig. 8—11) sieht man das helle Vorderstück mehr oder weniger sich nach vorn hin verschmälernd und spitz auslaufend, während das dunkle Hinterstück eine mehr oder weniger ausgesprochene Dicke darbietet; die angeführten Figuren stellen die gewöhnlichsten Variationen derselben dar; die Fig. 8 kann als eine typische Form betrachtet werden. Die Fig. 12 und 13 sind Variationen mit dickem Hinterstück und kurzem, hinten dickem, vorn zugespitztem Vorderstück, welche recht oft vorkommen. Die Fig. 3 gibt einen Kopf mit breiter Flächenansicht wieder. In den Fig. 4 und 5 erkennt man deutlich die Kopfkappe mit ihrer hinteren Grenze, welche durch ein helles Querband von der vorderen Grenze des Hinterstücks getrennt ist. In Fig. 6 und 7 ist das Vorderstück, wie in den Fig. 12 und 13, ganz kurz, wogegen das Hinterstück weit nach vorn ragt.

Ich habe hier diese Variationen wiedergegeben, um zu zeigen, wie auch unter den gewöhnlichen Formen die Gestalt und die Länge des Kopfes wechseln. Ausserdem finden sich dann in nicht unbedeutender Zahl mehr abnorme Formen, auf welche hier nicht eingegangen werden soll, und dies um so weniger, als sie schon längst von v. Bardeleben, Broman, *mir* u. a. ausführlicher beschrieben worden sind und deshalb auf diese Darstellungen hingewiesen werden kann.

Was nun das *Halsstück* und das *Verbindungsstück* der reifen Spermien betrifft, so variieren sie weniger. Ihre Länge und Dicke wechseln im ganzen wenig; sie sind gewöhnlich so beschaffen, wie es Fig. 1 angibt, d. h. die Länge der beiden Stücke zusammengenommen ist ungefähr diejenige der Länge des als typisch aufzufassenden Kopfes. Es ist aber hier zu bemerken, dass ein blossgelegtes Halsstück sich jedenfalls nicht immer vorfindet, indem die Hülle des Verbindungsstücks oft nach vorn hin bis zum Hinterende des Kopfes reicht, wie die Fig. 4, 6, 7, 9, 13 zeigen. Diese Hülle ist in ihrer vorderen Partie oft etwas dicker als in der hinteren (Fig. 1). Sie erscheint meistens etwas undeutlich körnig, mit nicht ganz ebenen Rändern; nie aber erkennt man im reifen Stadium deutlich hervortretende Körner, oder eine Spiralfaser. Vorn gegen das Halsstück, wenn dieses ausgeprägt ist, ragt die Hülle mit einem Absatz hervor, indem natürlich das Halsstück hier schmäler ist. Sie nimmt die Anilinfarben und das Hämatoxylin stark auf, wogegen das Halsstück nur sehr schwach oder nicht gefärbt wird. Dieses letztere verbreitert

sich etwas nach vorn hin, und an seinem Ansatz am hinteren Kopfende erkennt man mehr oder weniger deutlich die zwei *proximalen Centralkörperkörner* (Fig. 1, 2, 3); oft sieht man aber hier nur einen dunkleren Flecken, welcher in sich die beiden Körner enthält. In Zenker-Heidenhain'schen Präparaten treten, wenn die Färbung und die Differenziation gut gelungen sind, die Körner am deutlichsten hervor. Aber auch in Osmium-Rosanilinpräparaten sah ich diese Körner ganz deutlich, besonders an Schwänzen, welche von ihren Köpfen abgelöst waren (Fig. 14). Ich kann aber nicht umhin zu erwähnen, dass ich hin und wieder zwischen diesen beiden proximalen Körnern eine Andeutung zu einem dritten Korn sah; nie vermochte ich jedoch an den reifen Spermien ein solches Korn so sicher wahrzunehmen, dass ich es abzeichnen konnte. Ich komme indessen auf diese Frage bei der Besprechung der unreifen Spermien noch einmal etwas zurück. Die Hülle des Verbindungsstücks löst sich in den reifen Spermien so ungerne ab, dass man nur sehr selten den *Axenfaden* entblösst antrifft; dieser Faden ist relativ dick und verbreitert sich etwas gegen den Kopf hin. An den noch nicht ganz reifen Spermien kann man sein Verhalten weit besser studieren, weshalb ich dasselbe bei der Beschreibung dieser Spermien wieder aufnehmen will. In meiner im X. Bande dieser Serie im J. 1902 veröffentlichten Mitteilung über die Spermien des Menschen erwähnte ich, dass die Centralkörperkörner hier oft weiter hinten am Halsstücke wahrzunehmen sind; ich hatte sie nämlich bald an der Mitte, bald am hinteren Ende desselben gesehen. Ich bin nun immer mehr geneigt geworden, diese Körner als die *vorderen distalen Centralkörperkörner* von Meves aufzufassen und zu bezeichnen, welche Körner also auch im reifen Stadium ausnahmsweise erhalten und sichtbar sein können. Das Studium der noch nicht reifen Stadien hat mir diese Auffassungsweise befestigt. Die proximalen Körner liegen also stets am Vorderende des Halsstücks und stossen an das Hinterende des Kopfes. Im Zusammmenhange hiermit bin ich zu der Überzeugung gekommen, dass, wie Ballowitz dies bei den Spermien der Mammalier geschildert hat, in den menschlichen Spermien der Axenfaden des Verbindungsstücks, in zwei etwas divergierende Fäden geteilt, durch das Halsstück zum hinteren Kopfende geht und hier die proximalen Centralkörperkörner trägt sowie am Kopfende sich befestigt. Am Hinterende des Verbindungsstücks, welches gegen das Hauptstück mehr oder weniger scharf und deutlich abgesetzt ist, erkennt man nur ausnahmsweise eine quere dunkle Linie, welche als Ausdruck des distalen Centralkörperringes zu betrachten ist. In der Regel sieht man diesen Ring nicht.

Das *Hauptstück* fängt vorn schmäler als das Hinterende des Verbindungsstücks an und verschmälert sich, wie gewöhnlich, allmählich nach hinten hin; im ganzen kann man es beim Menschen als verhältnismässig stark bezeichnen. Nur sehr selten gelingt es, an ihm die Hülle teilweise abzulösen und den von dieser eingeschlossenen Axenfaden zur Ansicht zu bekommen; dieser Faden ist nicht gerade dünn, eher ziemlich stark. Bei der Betrachtung des Hauptstücks mit seiner Hülle erscheint es oft, als ob in ihm zwei parallele Fäden vorhanden seien. Es gelang mir aber nie, durch die Präparation, resp. Maceration, den Axenfaden in solche Bündel, oder in feinere Fibrillen aufzulösen; diese scheinen hier inniger aneinander verkittet zu sein als bei anderen Mammaliern. In der Hülle vermochte ich nun, wie früher, nie durch die angewandten Präparationsmethoden eine feinere Struktur nachzuweisen. Ich versuchte ganz besonders während langer Zeit (mehrere Monate und noch mehr) die Fäulnismaceration hierfür anzuwenden, aber ohne Erfolg. Anderen Forschern gelang es ebenfalls nicht, in dieser Hülle der menschlichen Spermien eine Spiralfaser darzulegen, obwohl man gerne auch hier das Vorhandensein einer solchen annehmen will. Bei vielen anderen Mammaliern, z. B. bei den Carnivoren, den Ungulaten u. s. w., ist aber ebenfalls eine solche Faser noch nicht nachgewiesen, so dass es möglich ist, dass sie nicht überall vorkommt.

Nach hinten hin setzt sich, wie ich im J. 1881 darlegte, das Hauptstück, mehr oder weniger scharf abgesetzt, in ein sehr feines *Endstück* fort, an welchem, wie v. Brunn im J. 1884 bei anderen Mammaliern nachwies, die Hülle des Hauptstücks fehlt, oder sich wenigstens nur sehr verdünnt vorfindet und der Axenfaden sich blossgelegt fortsetzt. Dies Endstück ist zwar von etwas verschiedener Länge, gewöhnlich aber recht lang, anderthalb Mal so lang als das Verbindungsstück (Fig. 1). Nicht selten ist es aber noch länger, sogar $2^1/_2$ Mal so lang als dieses Stück (Fig. 15). Es ist dies für die Menschenspermien charakteristisch.

Im ganzen ist an den typischen Spermien der Schwanz (mit Hals-, Verbindungs- und Endstück) ungefähr 10—11 Mal so lang als der Kopf.

Wenn ich nun zur Besprechung der *nicht reifen* Spermien übergehe, so erlaube ich mir, auf die zahlreichen auf den Tafeln LX und LXI zusammengestellten Figuren von Spermien aus verschiedenen Entwicklungsstadien hinzuweisen. Für alle diejenigen, welche die Spermiogenese im allgemeinen studiert haben, ist eine detailierte Beschreibung nicht nötig, so dass ich hier nur die wichtigeren Momente zu besprechen brauche. Ich habe mich hierbei besonders bemüht, die Stadien darzustellen, welche sich an diejenigen anschliessen, die Meves schon ge-

schildert hat. Hier sollen also v. a. die sich ausreifenden Spermien behandelt werden, weil sie das reife Stadium am besten erläutern können. Über diese Ausreifungsstadien der menschlichen Spermien liegen merkwürdigerweise bisher keine genaueren Angaben und Abbildungen vor, denn die Schilderung Prenant's vom J. 1888 ist, wie schon oben angegeben wurde, so kurzgefasst und zugleich so wenig deutlich, dass man sie nur zum geringen Teil zu verstehen vermag, um so weniger als sie durch keine Abbildungen erläutert ist.

Was nun zuerst die beinahe ausgereiften Spermien betrifft, so habe ich erstens in Fig. 16 der Taf. LX das vordere Stück einer solchen wiedergegeben; in der Hülle des Verbindungsstücks sieht man hier deutlich Körner, und zwar 6 solche, der Länge dieses Stückes nach, an jeder Seite; ferner erkennt man am Hinterende des Verbindungsstücks einen kleinen, schmalen distalen Centralkörperring. Zu ungefähr demselben Stadium gehören die mit Zenker-Heidenhain behandelten Spermien, welche in den Fig. 19, 20, 21 und 22 d. Taf. LXI wiedergegeben sind; hier erkennt man im Verbindungsstück ebenfalls beiderseits eine Reihe dunkel gefärbter Körner, welche sich in jeder Reihe auf 5—7 belaufen; man konnte sie nicht zu je einer Spiralfaser zusammenfliessen sehen. Am vorderen Ende des Halsstücks sind an jedem Axenfaden die zwei proximalen Centralkörperkörner sehr scharf gefärbt; jedes Korn ist an einem besonderen Fädchen des geteilten Fadens vorn befestigt. Im Anschluss an diese Figuren sollen die Figuren 17 und 18 derselben Tafel (LXI) angeführt werden, welche ebenfalls beinahe reife Spermien wiedergeben; hier ist am Verbindungsstück die Hülle abgelöst und der Axenfaden liegt bar, in Fig. 17 mit den am verbreiterten Vorderende desselben ansitzenden beiden proximalen Centralkörperkörnern, in Fig. 18 ausserdem mit den beiden vorderen distalen Körnern und dem hinteren distalen Ring noch deutlich vorhanden. Im Zusammenhang mit diesem letzteren Bilde ziehe ich die in Fig. 23 ders. Tafel abgebildete Spermie aus einem etwas früheren Stadium heraus, in welcher Figur am Vorderende des Axenfadens ein vier Körner enthaltender Klumpen sichtbar ist, von denen die vorderen zwei den proximalen, die hinteren zwei den vorderen distalen Körnern entsprechen; hierzu kommt hinten der hintere distale Centralkörperring, welcher noch sehr gross und dick ist. An diese Figuren schliesst sich dann eine grosse Reihe von anderen Figuren der beiden Tafeln. Ich hebe erstens die Reihe 36—40 und 42—50 der Taf. LX hervor, in welchen der Axenfaden ebenfalls von der Hülle entblösst ist und die Centralkörperteile mehr oder weniger deutlich in verschiedenen Variationen und etwas verschiedenen Stadien abgebildet sind; in einigen dieser Figuren sieht man alle vier Körner, in anderen nur drei, indem von den vorderen distalen dann nur eins, das vordere dorsale distale, in wechselnder Grösse vorhanden ist (Fig. 36, 37, 39, 42, 43, 45, 46); in den mit ansitzendem Kopf versehenen Spermiden sind die proximalen Körner zum Teil nicht deutlich sichtbar. Der distale Centralkörperring ist verschiedener Ausbildung, teilweise noch vorne gelegen oder im Wanderungsstadium begriffen.

Dann ist eine Reihe von Figuren zu beachten, welche unreife Spermiden mit echten v. Brunn'schen Körnern (6—7 in der Längsreihe jederseits) in der Hülle des Verbindungsstücks darstellen. Die Fig. 17—21 der Taf. LX sowie die Fig. 2—7 und 13 der Taf. LXI geben solche Spermien in etwas verschiedenen Stadien wieder. In den Fig. 2 und 13 der letzteren Tafel und in Fig. 17 der Taf. LX ist der die Körner einschliessende Protoplasmaklumpen noch vorhanden, und die Körner haben sich hier um den Axenfaden angesammelt; in Fig. 7 der Taf. LXI haben sich die echten Körner in ganz abnormer Weise vom Axenfaden abgelöst und liegen hinten in einem Haufen, was nur als durch die Präparation geschehen erklärt werden kann, da es sonst nie vorkommt, sobald der hintere Ring zu seinem hinteren Platz gewandert ist; ich habe jedoch diese Figur mitgenommen, weil die Centralkörperkörner, v. a. die distalen, sehr schön zu sehen sind. Diese Körner sind ebenfalls, mehr oder weniger deutlich, in den anderen Figuren sichtbar.

In Fig. 17 der Taf. LX findet man ein ausgeprägtes Beispiel einer Spermide, bei welcher der sackförmige Protoplasmaklumpen noch unabgestossen und unzerrissen anhängt; man sieht in diesem Sacke noch eine Menge heller Körner, während die echten v. Brunn'schen sich schon vorn um den Axenfaden des Verbindungsstückes regelmässig gelegt haben und der Centralkörperring die Körnersäule hinten begrenzt. Dieser grosse sackförmige Klumpen von Protoplasma scheint also wesentlich überflüssiges resp. verbrauchtes Material zu enthalten; manches spricht auch für die von den Autoren dargestellte Lehre, dass diese Säcke später abgeschnürt und abgeworfen werden. Den eigentlichen Prozess der Abschnürung hat man wohl kaum beobachten können; die Annahme einer solchen hat jedoch viel für sich in den Fällen, wo die Säcke am Ende der Reifung noch besonders gross sind. In vielen Fällen aber ist dieser Protoplasmaklumpen nicht so bedeutend (Fig. 24—26, 28—30 der Taf. LX), und in diesen Spermiden lässt sich auch eine allmählich vor sich gehende Resorption des vorhandenen Protoplasmamateriales denken. In der Tat findet man ja an den beinahe reifen und sogar an den reifen Spermien in den Epididymiskanälen gerade um das

Verbindungsstück herum den bekannten, oben bei verschiedenen Säugetieren oft dargestellten Protoplasmatropfen mit dem in ihm befindlichen Kuchen; derselbe ist offenbar auch ein Überbleibsel, ein Reservematerial, welches wohl wahrscheinlich für die Ernährung der reifen Spermie von Bedeutung ist. Im übrigen trifft man in dem Protoplasmaklumpen der Spermiden bekanntlich sehr oft schwarz oder braungefärbte kleinere Körner oder auch Körnerhaufen, welche als Pigment erscheinen und wohl als verbrauchte Teile aufzufassen sind. In den Protoplasmasäcken findet sich eine grössere oder kleinere Menge von kugeligen hellen Körnern, welche ungefähr die Grösse der v. Brunn'schen Körner haben; aus diesem Körnerhaufen sind die v. Brunn'schen Körner ausgetreten oder ausgezogen, und es ist wohl anzunehmen, dass diese letzteren Elemente von einer besonderen Dignität, ein »Protoplasma supérieur» im Sinne Prenant's, sind. Die v. Brunn'schen Körner zeigen auch gewöhnlich eine stärkere Lichtbrechung, sie sind glänzender als die übrigen und lassen sich — wie Prenant schon längst zeigte und Benda für seine Mitochondrien, die aber auffallend kleiner als die v. Brunn'schen Körner sind, später nachwies — in die früheren Spermidenstadien zurück verfolgen, in welchen ich sie ebenfalls oft als einen besonderen Haufen von relativ grossen kugeligen Körnern erkennen konnte.

Ehe ich zu der Besprechung der jüngeren Spermiden übergehe, sollen diejenigen erwähnt werden, in denen das sog. *Manschetten*stadium vorhanden ist. Den ersten Anfang dieses eigentümlichen Stadiums konnte ich nicht wahrnehmen, jedenfalls nicht in der Form, welche Meves vom Meerschweinchen beschrieben und abgebildet hat; die Fadenbildungen, die er sah, konnte ich also nicht nachweisen. Die Grösse (Länge) der Manschette wechselt, wie bei anderen Mammaliern, in den einzelnen Spermiden bedeutend; es ist aber unmöglich, ohne weiteres zu entscheiden, ob dies z. T. von individueller Wechselung herrührt oder ob die verschieden langen Manschettenröhren nur als verschiedene Entwicklungsstadien dieser Bildung aufzufassen sind. Die Fig. 22—35 der Taf. LX stellen Spermiden im Manschettenstadium, und zwar mit der Manschette in sehr verschiedener Grösse, dar. In den Fig. 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30 ist der Protoplasmaklumpen vorhanden, in welchen die Manschette mit ihrer hinteren Partie eintaucht; in den Fig. 23, 27, 31—35 ist die Manschette aus dem Protoplasmaklumpen ausgezogen, wobei fast immer der untere Rand ihrer Öffnung mehr oder weniger zerrissen und gefetzt erscheint (Fig. 27, 33 u. s. w.). Die Röhre kann zuweilen nicht nur lang, sondern auch schmal sein, wie es in den Fig. 26 und 32 der Fall ist; in Fig. 32 schliesst sich sogar die Röhre hinten zusammen und legt sich an den Schwanzfaden; sonst ist sie stets hinten offen, sogar oft mit erweiterter Mündung. In den Spermiden, welche den Kopf in der Kantenansicht darbieten (Fig. 26, 32, 34, 35), erscheint die Manschette gewöhnlich schmäler, weshalb anzunehmen ist, dass die Röhre, in Übereinstimmung mit dem Kopfe, etwas abgeplattet, d. h. von ovalem Durchschnitt ist. Die Manschettenmembran stellt, wie bei den übrigen Mammaliern, ein ziemlich dünnes, relativ steifes, glashelles und strukturloses, nicht gefaltetes, sondern ebenes Häutchen dar, welches jedoch bei starker Vergrösserung eine doppelte Kontur mit parallelen Flächen zeigt. Nach vorn hin schliesst sich dies Häutchen der Oberfläche der hinteren Partie des Kopfes immer mehr an und biegt sich am Vorderrande des Hinterstücks desselben nach innen um, wodurch eine Art Abstufung, ein Randring, hier entsteht. Dies erkennt man ganz besonders schön, wenn, wie es zuweilen vorkommt, der Kopf sich hinten stärker verschmälert (Fig. 23 der Taf. LX).

Die Rolle der Manschette ist auch beim Menschen eine nur temporäre, periodische, indem sie nur in dem Stadium vorkommt, in welchem der hintere distale Centralkörperring sich an seinem vorderen Platze befindet (Fig. 22—34 d. Taf. LX). Es ist deshalb eine seltene Ausnahme, wenn, wie die Fig. 35 darbietet, die Manschette noch vorhanden ist, wenn der Ring eine Strecke nach hinten hin gewandert ist. Sobald diese Wanderung begonnen hat, schwindet die Manschette, und die v. Brunn'schen Körner legen sich um den Axenfaden immer mehr, je weiter der Ring nach hinten zieht. Die Kräfte, welche hierbei einwirken, sowohl in Betreff der Wanderung des Ringes als des Heranziehens der Körner, sind uns nicht bekannt, und es lohnt sich nicht, über diese wunderbaren Phänomene Hypothesen aufzustellen, ehe man das Wesen dieser Kräfte kennt. Es macht indessen den Eindruck, als ob die Manschettenröhre eine Art temporärer Schutzvorrichtung des Centralkörperapparates gegen das zu frühe Andringen der v. Brunn'schen Körner bilde, bis der Ring fertig sei, seine Wanderung vorzunehmen.

Was nun die noch früheren Spermidenstadien betrifft, so habe ich auf der Taf. LXI einige solche in den Fig. 24—30 wiedergeben lassen, in welchen man erkennt, dass der Kopf anfangs noch als Kern in der Zelle liegt (Fig. 28, 29, 30) und nur allmählich aus der kugeligen Form in eine ovale und dann in eine konisch zugespitzte übergeht, wonach er sich aus dem Protoplasma der Zelle gewissermassen herausarbeitet (Fig. 26) und spitz hervorragt (Fig. 24, 25); eine helle Partie des Protoplasmas schliesst sich ihm hierbei an (Fig. 24, 25, 26), welche jedoch schon früher (Fig. 28, 29, 30) in der Zelle angelegt ist, wobei die Ansammlung der Körner die Zellperi-

pherie, oft ganz einseitig, einnimmt. Die Centralkörperteile und der Schwanzfaden sind in diesen Stadien schon angelegt; der Ring ist oft schon stark entwickelt, breit und dick; der Schwanzfaden windet sich in verschieden gestalteten Windungen an der Zelloberfläche um diese herum (Fig. 27); die Manschette ist oft schon sichtbar (Fig. 24, 29).

Von unreifen *Doppelschwanz*spermien sind schliesslich auf der Taf. LXI zwei Exemplare (Fig. 24, 25) abgebildet, welche in der Beziehung von Interesse sind, dass in beiden nur *ein* distaler Centralkörperring vorhanden ist, welcher die beiden Schwänze umfasst, sowie dass auch die vorderen distalen und die proximalen Centralkörperkörner für die beiden Schwänze jeder Spermie gemeinsam sind. Ich zweifle aber nicht, dass es beim Menschen auch Doppelschwanzspermien gibt, in welchen die Centralkörperteile verdoppelt sind, obwohl es mir nicht gelang, solche anzutreffen.

Aus dieser Darstellung der menschlichen Spermien können folgende Sätze zusammengestellt werden:

1. Die reifen Spermien sind, wie man angenommen und geschildert hat, in allgemeiner Übereinstimmung mit den Spermien der Mammalier gebaut. Ihr Typus ist aber im ganzen einfach, ihre Grösse gering. Der *Kopf* ist verhältnismässig klein, aber von wechselnder Grösse und Form, meistens oval, in der vorderen Hälfte weit mehr abgeplattet als in der hinteren, dem sog. Hinterstück, welches auffallend dunkler ist und sich vom Vorderstück durch eine quere Grenze gewöhnlich scharf markiert; das Hinterstück ist auch mit einer dunklen, stark lichtbrechenden äusseren Kontur versehen, welche eine dickere Hülle anzeigt. Am Vorderstück findet sich eine sehr dünne Kopfkappe, welche aber an den unreifen Spermien meistens dicker und deutlicher ausgeprägt ist.

2. Das *Verbindungsstück* ist, zusammen mit dem *Halsstück*, ungefähr so lang wie der Kopf und besteht aus einem relativ starken Axenfaden, welcher sich vorn im Halsstück verbreitert und mit diesem eng und ohne Grenze zusammenhängt; manches deutet darauf hin, dass sich der Axenfaden, in zwei etwas divergierende Fäden geteilt, durch das Halsstück hindurch bis zum Hinterende des Kopfes fortsetzt und hier nicht durch andere Fäden (Centrosomalfäden) ersetzt wird. Die Hülle des Verbindungsstücks, welche sich oft auch am Halsstück bis zum Kopfe fortsetzt, erscheint an der Oberfläche etwas uneben, undeutlich körnig. Eine Spiralfaser liess sich in ihr nie nachweisen; in noch nicht ausgereiften Stadien sind v. Brunn'sche Körner, in einer Anzahl von meistens 6 (5—7) in der Längsreihe an jedem Rande des Verbindungsstücks, ringsum vorhanden; in den beinahe reifen Spermien waren noch Körner, aber keine Übergangsstadien derselben zu einer Spiralfaser sichtbar. Bis auf weiteres bin ich also der Meinung, dass beim Menschen, wie bei mehreren anderen Mammaliern (Marsupialier, Cetaceen, Affen u. a.) in dieser Hülle die Körner, obwohl verkleinert und durch die sie verbindende Substanz mehr oder weniger verborgen, auch im reifen Stadium fortbestehen.

3. Der *Centralkörper*apparat ist regelmässig im reifen Stadium für das Auge nur durch die zwei am Vorderende des Halsstücks gelegenen *proximalen Körner* vertreten; möglicherweise gibt es zwischen ihnen noch ein kleines, undeutlich hervortretendes Korn. Zuweilen sind dann noch ein oder zwei vordere *distale Körner* sichtbar; im unreifen Zustand sind diese stets vorhanden, wie auch ein besonders stark ausgebildeter *distaler Ring*, welcher im reifen Stadium sich so verkleinert, dass man schliesslich von ihm kaum eine deutliche Spur wahrnimmt.

4. Das *Hauptstück* ist ziemlich dick, aber im ganzen kurz; es besteht aus einem Axenfaden und einer ziemlich dicken Hülle, in welcher keine Spiralfaser nachgewiesen werden konnte, und setzt sich hinten, durch Aufhören der Hülle, mit einem Absatz in ein verhältnismässig langes, feines Endstück fort.

5. Die Ausreifungserscheinungen sind bei den menschlichen Spermien denen der anderen Mammalier im ganzen sehr ähnlich und bieten keine besonderen Eigentümlichkeiten dar. Bekanntlich weichen sie aber dadurch ab, dass

die rhytmische, wellenartige Anordnung der Spermiogenese beim Menschen nicht hervortritt oder wenigstens durch Unregelmässigkeiten in hohem Grade gestört und undeutlich wird.

6. Die Spermien des Menschen sind von denen der bisher untersuchten Affen recht verschieden; diejenigen von Hylobates sind im ganzen, durch ihre geringe Grösse, und zwar sowohl die des Kopfes als des Verbindungsstückes, ihnen am ähnlichsten, sind aber doch recht unähnlich. Die Spermien der echten Anthropomorphen sind leider infolge der Schwierigkeit, geeignetes Material zu bekommen, noch nicht näher untersucht worden.

21.

Kurzer Rückblick auf die Spermien der Säugetiere.

Im vorigen (XIII.) Bande dieser Serie sind die Spermien von Repräsentanten der *Monotremen*, der *Marsupialier*, der *Edentaten* und der *Chiropteren* in Wort und Bild dargestellt worden. In dem vorliegenden (XIV.) Bande sind nun die Spermien von Vertretern der Ordnungen der *Marsupialier*, der *Edentaten*, der *Insektivoren*, der *Nagetiere*, der *Huftiere*, der *Waltiere*, der *Carnivoren*, der *Primaten (Prosimiae, Simiae, Homo)*, in gleicher Weise durch Beschreibungen und Abbildungen wiedergegeben.

Es dürfte also angemessen sein, hier eine kurzgefasste Übersicht der betreffenden Befunde abzugeben.

1. Was zuerst die **Monotremen** betrifft, so standen mir die Spermien einer eben getöteten *Echidna*, aber keine von Ornithorhynchus zur Verfügung. Die reifen Spermien von Echidna (Band XIII, 7, Taf. XXIX, Fig. 1 und 2) boten einen von den übrigen Säugetieren im allgemeinen sehr differenten, sauropsiden Typus dar, und zwar mit einem sehr langen und schmalen, cylindrisch fadenförmigen, mehr oder weniger spiralig gewundenen *Kopf*, an dessen vorderem Ende ein langes, schmales, ebenfalls spiralig gewundenes *Spitzenstück* deutlich ausgeprägt und hinten gut abgesetzt sitzt; ferner erkennt man ein sowohl vorn als hinten scharf abgesetztes, relativ sehr kurzes, cylindrisches *Verbindungsstück* und ein langes, schmales, fadenförmiges, oft gewundenes, hinten mit einem mehr oder weniger bestimmt abgesetzten, feinen *Endstück* versehenes *Hauptstück*.

Einige Zeit nachher erschien die Arbeit Benda's »Die Spermiogenese der Monotremen», in welcher dieser Verf. auch die reifen Spermien von Echidna sowie von Ornithorhynchus beschrieb und abbildete; da ihm nur Schnitte und Zupfpräparate von stark gehärtetem Material zur Verfügung standen, war es ihm, wie ich aus eigener Erfahrung bei anderen Tieren geprüft habe, sicherlich nicht leicht, vollständige, gut ausgestreckte und isolierte Spermien zur Ansicht zu bekommen; im ganzen stimmen jedoch seine in solchen Zupf- und Schnittpräparaten aus dem Nebenhoden und dem Hoden gefundenen Spermien beider Tiere in Abbildung und Beschreibung mit meiner Darstellung der Echidnaspermien überein. Benda betont aber in den beigefügten Noten, dass seine Auffassung des Verbindungsstückes von der meinigen abweicht. Infolgedessen ist es meine Pflicht, hier etwas auf diese Frage einzugehen.

Benda scheint nämlich das von mir als *Verbindungsstück* beschriebene kurze cylindrische Stück hinter dem Kopfe nicht als solches aufzufassen, und zwar auf Grund seiner histiogenetischen Untersuchungen. Diese seine Anschauung hängt offenbar mit derjenigen sonderbaren Auffassung des entsprechenden Abschnittes bei den eigentlichen Sauropsiden, z. B. bei der Taube, zusammen, deren Unhaltbarkeit ich oben (S. 101—102) ausführlich besprochen und dargelegt habe. Dieser Abschnitt an den Monotremenspermien »entspricht», sagt Benda, »nach der Genese höchstwahrscheinlich dem mit der chondriogenen Hülle umkleideten hintersten *Kopf*abschnitt und dem centrosomalen Mittelstück». Zwischen dem Kopf und dem chondriogenen Abschnitt fehlt auch »jede Spur einer Halsformation», »die an der typischen Säugerspermie die Gegend des vorderen Centralkörperchens bezeichnet». Es ist aber hierbei zu bemerken, dass die Spermien der Monotremen von denen der übrigen Säugetiere wesentlich abweichen und mit denen der Sauropsiden (der Reptilien und der meisten Vogelordnungen) in auffallendem Grade übereinstimmen; bei diesen findet man auch gewöhnlich kein solches Halsstück wie an den Spermien der meisten Säugetiere

Als ich die Auffassung Benda's zuerst erfuhr, glaubte ich, dass er in der Histogenese der fraglichen Spermien wirklich Beweise für die Richtigkeit derselben gefunden hatte. Nachdem ich aber die Sache näher studiert und v. a. seine Darstellung dieser Verhältnisse bei der Taube genauer kontrolliert habe, wurde ich davon überzeugt, dass seine Auffassung nicht den Tatsachen entspricht.

2. Die Spermien der **Marsupialier** bieten, wie schon aus den früheren Untersuchungen von Selenka, Fürst, Benda und v. Korff hervorgegangen war, einen eigentümlichen, sehr spezialisierten Typus dar, welcher von allen anderen so abweicht, dass man zwar die einzelnen Abschnitte und den allgemeinen Bau homologisieren kann, aber die nähere Verwandtschaft mit anderen Säugetieren durch diesen Spermientypus nicht darzulegen vermag. Durch meine Untersuchungen einer ganzen Reihe von verschiedenen Repräsentanten der Marsupialier konnte ich auch keine eigentlich primitiveren oder Übergangsformen zu den anderen Säugetieren nachweisen. Der Typus der Marsupialierspermien ist aber an und für sich von grossem Interesse und bietet auch merkliche Variationen dar. Die von Selenka bei *Didelphys* entdeckte Konjugation der Köpfe je zweier Spermien ist nur bei diesem Genus angetroffen und von v. Korff und *mir* eingehender untersucht. Das Verhalten der Centralkörper bietet ebenfalls interessante Verhältnisse. Das bei allen den von mir untersuchten Marsupialiern dargelegte Verhalten im Bau des Verbindungsstücks, dass — im Gegensatz zu den Darstellungen der anderen Autoren, nach welchen hier eine Spiralfaser vorhanden sei — die Hülle auch im reifen Zustande aus verhältnismässig grossen, getrennten Körnern zusammengesetzt ist, welches Verhalten bei einigen anderen Säugetieren wiederkehrt, ist ebenfalls eine interessante Erscheinung. Es wäre gewiss wichtig, phylogenetisch niedrigere Formen von Marsupialierspermien nachweisen zu können.

3. Weil die **Edentaten** eine aus verschiedenen Elementen zusammengesetzte, nunmehr auch in zwei Ordnungen getrennte Gruppe bilden, werde ich dieselben vor den übrigen Ordnungen abfertigen. Von den Edentata *Nomarthra* (Orycteropus, Manis) stand mir leider kein anwendbares Material zur Verfügung. Ballowitz gelang es aber (im J. 1907), von *Manis* Spermien zu erhalten; diese boten einen eigentümlichen Typus dar, indem der Kopf langgestreckt, schmal und cylindrisch ist, obwohl mit verschiedenen Variationen. Von Edentata *Xenarthra* untersuchte und beschrieb ich (im XIII. Bande, 1906) bei *Dasypus* die Form und den Bau der ebenfalls merklichen Spermien, welche von denen von Manis sehr verschieden gestaltet sind, indem die Köpfe ausserordentlich abgeplattet, breit und von grossem Umfang sind; hier fand ich im Verbindungsstück eine Spiralfaser. Am vorderen Ende des Halsstücks der unreifen Spermien sah ich vier dicht gedrängte Centralkörperkörner, erklärte mich aber geneigt, dieselben so aufzufassen, dass von ihnen zwei den proximalen und zwei den vorderen distalen entsprechen; in dieser Auffassung bin ich durch spätere Untersuchungen immer mehr befestigt geworden. Bald danach beschrieb Ballowitz aus einem ebenfalls lebend erhaltenen und frisch getöteten Dasypus die reifen Spermien, welche er im ganzen so gebaut fand, wie ich sie dargestellt hatte; aber er fand bei ihnen eine Verkuppelung, eine Syzygie, von je zwei Spermien, und zwar mit den Kopfflächen gegeneinander; er hatte aber auch sowohl isolierte als zu 3 und 4 verkuppelte Spermien gesehen. Dieses Zusammenfügen der Spermien hatte ich ebenfalls im Sperma des von mir untersuchten Tieres gesehen, aber diese Erscheinung nur als eine Adhäsion der so stark abgeflachten, platten und grossen Köpfe aufgefasst. Und in dieser Weise bin ich auch nach erneuter Untersuchung der Präparate geneigt, dieses Zusammenhängen der Dasypusspermien aufzufassen; wie Ballowitz, sah ich nämlich dieselben im frischen Zustande nicht nur zu zwei, sondern auch oft zu 3 und 4 aneinander geheftet; ich sah sie aber auch oft zu 5—6—7 und noch weit mehr zusammengefügt — und dies stets mit den Flächen der Köpfe. Diese Erscheinung ist indessen im Tierreich keine ganz seltene. Bei allen Spermien mit stark abgeplatteten Köpfen kommt sie vor; dies ist ja schon längst, z. B. bei den Spermien des Meerschweinchens, eine bekannte Tatsache. Jedenfalls ist, meiner Ansicht nach, die bei den Dasypusspermien vorkommende Kopfflächenadhäsion nicht mit der wirklichen Verkuppelung oder Konjugation von je zwei Spermien gleichzustellen, wie dieselbe von Selenka bei Didelphys, von Ballowitz bei Dytiscus und von *mir* bei Turritella entdeckt worden ist.

Was nun die Spermien der Edentaten betrifft, so habe ich in diesem Bande noch diejenigen von *Bradypus* beschrieben, so dass wir sie also bisjetzt, ausser bei der nomarthren Manis und dem xenarthren Dasypus, noch bei dem xenarthren Bradypus kennen gelernt haben. Bei diesem zeigte sich der Typus auch verschieden von denen der anderen beiden, mit einem kleinen, zwar ziemlich und besonders vorn abgeplatteten, hinten dickeren Kopf,

mit kurzem, mit einer Körnerhülle versehenem Verbindungsstück und sehr kurzem Hauptstück des Schwanzes, ein Typus, welcher dem niedrigsten mehrerer anderer Säugetierordnungen (Insektivoren, Glires, Carnivoren) ziemlich nahe steht.

4. Die Spermien der **Chiropteren** sind schon von Eimer (1874), dann aber noch eingehender von E. Ballowitz (1891) untersucht und beschrieben worden, indem der letztere dabei auch die fehlerhaften Angaben Eimer's korrigierte. Ich konnte (1906) v. a. die Darstellung von Ballowitz bestätigen, und zwar sowohl hinsichtlich des unzweideutigen Vorhandenseins einer Spiralfaser im Verbindungsstück der reifen Spermien als auch einer von derselben ganz getrennten Spiralfaser im Hauptstück. In Betreff der Centralkörper vermochte ich sicher nachzuweisen, dass der proximale Körper aus zwei getrennten, nebeneinander gelegenen Körnern besteht, wozu ich noch das Vorhandensein eines distalen Centralkörperringes dartun konnte.

Hinsichtlich der Hinweise der durch die Untersuchungen der Spermien der Chiropteren gewonnenen Befunde auf die Verwandtschaftsverhältnisse dieser Tiere und im ganzen auf ihre Phylogenese lassen sich nur wenige Schlüsse ziehen. Die Gestalt und der Bau der Spermien geben im allgemeinen eine Spezialisierung an, welche diese Tiere von anderen Säugetierordnungen abtrennt. Indessen wäre es möglich, dass sich unter ihnen primitivere Formen finden, bei denen die Spermien Hinweise auf eine nähere solche Verwandtschaft mit anderen Ordnungen abgeben könnten. Bisjetzt sind aber relativ wenige Chiropteren in dieser Beziehung untersucht worden. Meine eigenen Bemühungen, diese Lücke auszufüllen, sind gescheitert.

5. Von den Spermien der **Insektivoren** sind bisher nur diejenigen von *Erinaceus* (Fürst, Ballowitz) und *Talpa* (Ballowitz) beschrieben worden. Mir gelang es auch nur, von diesen beiden Tieren die Spermien zu erhalten. Im ganzen lässt sich sagen, dass bei ihnen ein ziemlich primitiver Typus ohne besondere Spezialisierung hier vorliegt, nämlich eine Form, die bei den Vertretern der meisten Säugetierordnungen ungefähr der einfachsten jetzt vorkommenden Form entspricht. Bei diesem Typus ist der mässig grosse Kopf rundlich-oval, an zwei Seiten abgeplattet, am hinteren Teil aber dicker, mit einer ziemlich grossen Kopfkappe versehen; das verhältnismässig lange, schmale Verbindungsstück ist vermittelst eines kurzen Halsstücks und drei proximaler Centralkörperkörner in der Regel nicht in der Mittelaxe des Kopfes, sondern etwas seitlich von ihr am Kopfe befestigt; das Hauptstück des Schwanzes ist relativ lang.

Ob unter den Insektivoren Tierformen vorkommen, welche noch primitivere oder andererseits noch höher differenzierte Spermien besitzen, ist nicht bekannt; die Versuche, die ich machte, passendes Material für solche Untersuchungen aufzutreiben, misslangen leider ebenfalls.

6. In der grossen Ordnung der **Nagetiere** findet man dann Spermienformen von bedeutender Wechselung, und zwar v. a. hinsichtlich der Gestaltung des Kopfes und der diesem angehörigen Teile. Es kommen in dieser Ordnung ganz primitive und auch in verschiedenen Richtungen spezialisierte Formen vor. Wie schon oben S. 162 hervorgehoben worden ist, lassen sich etwa 4 verschiedene Formtypen nachweisen.

Von diesen repräsentiert *Hystrix* den primitivsten; die Spermien sind ausserordentlich klein, mit sehr kleinem, rundlich-ovalem, nicht abgeplattetem Kopf, mit wenig ausgebildeter, vorn spitzenknopfähnlicher Kopfkappe, mit kurzem Verbindungsstück und auffallend kurzem Hauptstück, aber relativ langem Endstück.

Etwas stärker spezialisierte Formen finden sich dann bei einer Reihe von mir untersuchter Nagetiere: *Lepus*, *Dipus*, *Myopotamus*, *Myoxus*, *Dasyprocta*. Die Spermien sind hier mehr oder weniger grösser als bei Hystrix, mit einem ebenfalls ovalen, aber stark abgeplatteten Kopf, nicht besonders stark ausgebildeter Kopfkappe, mit kurzem, schmalem Verbindungsstück und mehr oder weniger langem Hauptstück sowie mit einem gewöhnlich kurzen oder mittelmässig langen Endstück.

Noch bedeutend mehr spezialisierte Spermien gehören der Gruppe: *Cavia*, *Sciurus* und *Cynomys* an. Die Köpfe sind hier stark abgeplattet, von rundlichem Umfang; sie sind mit ihrer Längsaxe schief gegen den Schwanz gestellt, so dass diese Teile miteinander einen mehr oder weniger starken Winkel bilden. Die Kopfkappe ist hier auffallend stark ausgebildet, indem sie noch im reifen Zustande den vorderen Rand und z. T. auch die Seitenränder

des Kopfes mit einem ansehnlichen dünnen Gebräme überragt. Das Verbindungsstück ist verhältnismässig kurz und schmal, das Hauptstück aber lang mit mehr oder weniger gut abgesetztem Endstück.

Den vierten Typus bietet die eigentliche Rattenfamilie, die *Murideen,* dar. Hier hat auch die Differenzierung, die Spezialisierung, ihren höchsten Grad erreicht. Aber auch hier findet sich eine bedeutende Variation innerhalb des Typus. Der Kopf ist ebenfalls abgeplattet, aber beilförmig, bald schmäler, in die Länge ausgezogen (*Mus norvegicus* = M. decumanus), bald breiter *(Mus musculus, Mus sylvaticus, Mus agrarius, Microtus terrestris)* oder eine Zwischenform darstellend *(Lemmus lemmus).* Alle sind mit einer stark zugespitzten, nach der einen (dorsalen) Kante des Kopfes umgebogenen Kopfkappe versehen, in deren Spitzenteil oft ein Jensen'sches Stäbchen eingeschlossen ist. Das Verbindungsstück ist schmal und lang, zuweilen sehr lang (Lemmus), oder äusserst lang (Mus norvegicus); in der Hülle desselben ist eine Spiralfaser vorhanden, welche den höchsten Grad der Ausbildung erhalten hat; nur die Spermien der Vespertilionen können etwas derartiges darbieten. Das Hauptstück ist ebenfalls lang und in der Regel mit einer Spiralfaser in seiner Hülle versehen. Ein gut abgesetztes Endstück lässt sich bei den meisten nachweisen.

Aus dieser Darstellung geht hervor, dass die Untersuchung der Spermien der Nagetiere für das Studium der Verwandtschaftsverhältnisse und der Phylogenese dieser Tiere von Interesse ist. Diese Untersuchung dürfte aber noch eine Anzahl von Nagetieren umfassen, bevor man allgemein geltende Schlüsse ziehen kann.

Zu der Kenntnis vom feineren Bau der Spermien im ganzen und v. a. der Säugetiere hat das Studium sowohl der reifen Spermien (Jensen, Ballowitz u. a.) als der Spermiogenese (v. Brunn, Benda und ganz besonders Meves u. a.) bei einigen Nagetieren in hohem Grade beigetragen. Auf diese Fragen will ich unten noch einmal zurückkommen.

7. Bei den **Ungulaten** ist der Spermientypus, soweit er bisher untersucht worden ist, im ganzen auf einem ziemlich primären Standpunkt stehen geblieben, ohne besondere höher spezialisierte Formenvariationen aufzuweisen. Der Kopf behält bei allen eine ovale, mehr oder weniger, oft aber sogar stark abgeplattete Gestalt mit ziemlich dünner, am abgerundeten Vorderrand des Kopfes nur wenig hervorragender Kopfkappe; der Hinterrand ist gewöhnlich der Quere nach mehr oder weniger gerade oder auch schräg abgestutzt. Der Kopf hat bei den von mir untersuchten Ungulaten den grössten Umfang bei Bos taurus, Cervus elaphus und Sus scrofa, den kleinsten bei Dicotyles und Equus, bei denen er aber auch weniger abgeplattet, v. a. nach hinten hin dicker ist. Das Verbindungsstück ist bei Dicotyles kurz, bei den übrigen länger und bei allen schmal. Das Hauptstück ist bei Dicotyles sehr kurz, bei Equus relativ länger, bei den übrigen noch etwas länger, ohne jedoch lang zu werden. Bos hat im ganzen den längsten Schwanz, der jedoch nicht mehr denn als mittelmässig lang bezeichnet werden kann. Hinsichtlich einiger anderer Formverhältnisse wird hier auf die oben S. 177—178 schon hervorgehobenen Vergleichspunkte, und betreffs des feineren Baues auf die unten gegebenen allgemeinen Äusserungen verwiesen.

8. Was die **Waltiere** betrifft, habe ich ebenfalls schon oben (S. 183—184) am Schlusse des sie behandelnden Kapitels die zu ziehenden Konklusionen gemacht. Da bisjetzt die Spermien nur bei Odontoceten genauer untersucht worden sind, ist es vielleicht zu früh, ganz allgemein geltende Schlüsse zu ziehen. Von besonderem Interesse ist jedoch die auffallend geringe Kürze des Verbindungsstücks, in dessen Hülle ich bei *Globicephalus* nur v. Brunn'sche Körner fand, während Ballowitz bei *Phocaena* eine Spiralfaser zu sehen meinte. Die Kopfform weicht bei diesen Tieren nicht viel von denen der Ungulaten, Carnivoren und niederen Nagetiere ab; bei Globicephalus zeigte sie aber eine mehr oder weniger starke, löffelartige Umbiegung, an welcher auch die Kopfkappe teilnimmt. Für die Verwandtschaft der Waltiere mit den anderen Säugetierordnungen geben die Spermien keine weiteren Hinweise.

9. Die Spermien der sieben von mir untersuchten Repräsentanten der **Carnivoren** zeigen keine höhere Spezialisierung, wohl aber einige Variationen in der Kopfform. Unter den *Fissipediern* hat der *Kater* die kleinsten Spermien mit dem kleinsten, schmal ovalen und nicht besonders stark abgeplatteten Kopf; dann kommt *Herpestes* mit ungefähr gleich grossem, etwas breiter ovalem und weniger abgeplattetem Kopf und wenig kürzerem Schwanz. Diese beiden Carnivoren haben von den hier untersuchten die primitivsten Spermienformen. Dann folgen

die drei Canideen, von denen der *Fuchs* bei seinen Spermien die grösste Länge der Schwänze und die kleinsten Köpfe, der *Wolf* die geringste Schwanzlänge darbietet, während der *Hund* eine Mittelstellung einnimmt; beim Hund scheint der ovale Spermienkopf ein klein wenig grösser als beim Wolf zu sein. Das Verbindungsstück ist am kürzesten bei Herpestes, etwas länger beim Kater, dann kommt der Wolf und so der Hund; beim Fuchs ist es länger als bei allen den anderen.

Bei *Meles* ist eine deutlich auffallende Differenzierung der Spermien eingetreten, indem der Kopf nicht nur stark abgeplattet, sondern auch in die Beite gezogen ist und aus der ovalen Form der breiten Flächen auch eine schief gestaltete Form mit unsymmetrischen Seitenrändern und eine starke quere Abstutzung des hinteren Randes entstanden ist. Das Verbindungsstück ist von mittlerer Länge, das Hauptstück ist länger als bei den übrigen Carnivoren.

Der von mir untersuchte *Pinnipedier*, *Halichaerus*, zeigt ebenfalls eine Art Differenzierung, indem der stark abgeplattete und relativ grosse, mit ziemlich grosser Kopfkappe versehene Kopf schief gestaltet, nach einer Seite hin hervorragend ist, weshalb die beiden Seitenränder auch hier unsymmetrisch gebogen sind. Das Verbindungsstück und das Hauptstück sind kurz, weshalb die ganze Schwanzlänge unbedeutend ist.

10. Von den **Prosimiern** standen mir nur die Spermien einer *Lemur*-Art zur Verfügung. Der Typus derselben ist in mehrfacher Beziehung eigentümlich. Der Kopf ist auffallend kurz und breit, besonders in seinem hinteren Teil, wo die grösste Breite des Kopfes liegt. Er ist aber auch abgeplattet, am wenigsten hinten. Die Kopfkappe trägt vorn ein dickes, einem Perforatorium ähnliches Gebräme. Das Verbindungsstück ist relativ lang und schmal. Das Hauptstück ist mittelmässig lang mit einem ziemlich langen, gut abgesetzten Endstück. Nach der ganzen Gestaltung dieser Spermien dürfte man sagen können, dass sie sich am meisten denen der Carnivoren anschliessen, obwohl bei keinem bisjetzt untersuchten Vertreter dieser Ordnung eine so bedeutende Breite des Hinterteils des Kopfes vorkommt.

11. Von den **Simiern** konnte ich leider die Spermien nur bei *Hapale* und *Inuus* sowie z. T. bei *Hylobates* untersuchen. Die reifen Spermien dieser drei Affen stimmen darin überein, dass sie alle ziemlich primäre Formen darbieten, ungefähr wie bei den niedrigeren, weniger spezialisierten Nagetieren, Ungulaten und Carnivoren. Der Kopf ist klein v. a. bei Hylobates, oval, mehr oder weniger abgeplattet. Die Kopfkappe ist wenig ausgebildet. Das Verbindungsstück ist schmal, bei Hylobates sehr kurz, bei Hapale etwas länger, bei Inuus am längsten, bei welchem auch das Hauptstück als lang zu bezeichnen ist, während es bei den anderen beiden kürzer ist. Ein Endstück ist bei Hapale und Inuus sicher vorhanden, bei Hylobates liess es sich, der Beschaffenheit des Materiales wegen, nicht nachweisen.

Ich kann hier nur mein Bedauern wiederholen, dass es mir nicht gelungen ist, Spermien von den anthropomorphen Affen (Schimpanze, Orangutan und Gorilla) zu erhalten, welche für die Auffassung ihres Verhaltens zu denen des Menschen äusserst wertvoll gewesen wären.

12. Die Spermien des **Menschen.** Im reifen Zustande ist die Gestalt dieser Spermien in späterer Zeit, v. a. durch die Untersuchungen von *mir* und Broman, und zwar auch hinsichtlich ihrer Variationen und ihrer anormalen Formen, eingehender bekannt geworden. Auch in Betreff des Baues führte die Forschung der letzteren Zeit das Wissen etwas weiter zum Ziele. Wegen mehrerer Umstände, v. a. aber wegen der geringen Grösse dieser Spermien, stösst die Eruierung des feineren Baues derselben auf bedeutende Schwierigkeiten. Durch das Studium der unreifen Stadien und im ganzen der Spermiogenese ist es einer Reihe von Forschern gelungen, zu einer näheren Kenntnis vom Bau der Spermien überhaupt hervorzudringen. Dies betrifft aber in besonderer Weise die Spermien einiger niedriger stehenden Säugetiere und v. a. diejenigen des Meerschweinchens und der Ratte, durch die vorzüglichen Untersuchungen von Brown, v. Lenhossék, Benda und ganz besonders die von Meves und seinen Schülern. Die Spermien dieser Nagetiere bieten aber, infolge mehrerer Verhältnisse, v. a. aber ihrer bedeutenderen Grösse, ein weit günstigeres Untersuchungsmaterial dar als die Spermien und die Spermiogenese der meisten höheren Mammalier. Ganz besonders gilt dies letztere denjenigen des Menschen. Es ist ja in der Tat ein ganz eigentümliches Schicksal,

dass gerade das höchste Geschöpf Spermien von so auffallend geringer Grösse hat. Sowohl der *Kopf* als der *Schwanz* sind im ganzen klein. Die Gestalt des Kopfes ist auch ganz einfach und »primitiv», ohne höhere Spezialisierung, oval, zwar mit einer zweiseitigen Abplattung, die jedoch weit weniger den hinteren als den vorderen Teil betrifft, wo sogar eine beiderseitige kleine Aushöhlung oft vorhanden ist. Die Kopfkappe ist ganz schwach ausgebildet. Ein *Halsstück* ist vorhanden. Das *Verbindungsstück* ist kurz und schmal, mit Axenfaden und Hülle; aber der Bau dieser Hülle lässt sich am reifen Spermium nicht sicher nachweisen, v. a. nicht ein Spiralsaum der Art, wie ihr H. Gibbes und z. T. auch W. Krause beschrieben haben; auch eine deutliche Spiralfaser, wie bei verschiedenen Nagetieren und Vespertilionen, lässt sich nicht sicher dartun, nur eine unbestimmte, unregelmässige Körnigkeit, in eine verbindende Substanz eingebettet. Von Centralkörpern sind am vorderen Ende des Halsstücks zwei nebeneinander gelegene nachgewiesen (Broman, *ich*). Der hintere distale Centralkörperring tritt an den reifen Spermien nur mehr oder weniger unscharf hervor.

Das *Hauptstück* des Schwanzes ist kurz und schmal, enthält auch hier einen Axenfaden und eine Hülle; in dieser liess sich aber kein feinerer Bau, v. a. keine Spiralfaser, dartun. Ein verhältnismässig langes Endstück ist vorhanden.

Wenn man nun diese so beschaffenen menschlichen Spermien mit denen der Affen und Halbaffen vergleicht so fällt v. a. die geringere Grösse im ganzen und v. a. des Kopfes der menschlichen auf. Ganz besonders sind die Spermien von Inuus auffallend grösser. Der Umfang des Kopfes ist bei den letzteren weit ansehnlicher; die Abplattung desselben, v. a. am hinteren Teil, ist aber relativ stärker; das Verbindungsstück ist beträchtlich länger und dicker, und der Schwanz ist am Kopf nicht in der Medianlinie des Kopfes an ihm angefügt, sondern etwas nach der einen Seite hin. Etwas geringer sind die Unterschiede der Spermien von dem Menschen und dem Hapale; bei dem letzteren ist der Kopf nicht so breit oval als bei Inuus; das Verbindungsstück ist auch kürzer als bei ihm, aber länger als beim Menschen. Den menschlichen Spermien am nächsten stehen jedoch unter den von mir untersuchten Affen diejenigen von Hylobates, nicht nur wegen ihrer geringen Grösse im allgemeinen, sondern v. a. wegen der geringen Grösse ihres Kopfes und der Kürze ihres Verbindungsstückes. Vielleicht haben auch die anthropomorphen Affen so beschaffene Spermien.

Um aber den feineren Bau der Spermien sowohl des Menschen als der Affen näher kennen zu lernen, ist es auch hier nötig, die unreifen Stadien und im ganzen die Spermiogenese zu studieren. Die frühesten Stadien der Spermiogenese hat beim Menschen Meves untersucht und gezeigt, dass diese Spermien sich prinzipiell denen der übrigen Mammalier gleich verhalten. Die folgenden Stadien bis zur Ausreifung sind aber bis in die letzte Zeit sehr wenig studiert. Prenant veröffentlichte im J. 1888 einige kurze Angaben darüber, die aber ohne Abbildnngen und im ganzen schwerverständlich waren; er erwähnte am Verbindungsstück, nach hinten vom Kopfe Knötchen (boutons) und Körnchen (Nodules), die sich aber kaum identifizieren lassen; auch erwähnt er am hinteren Ende dieses Stückes einen »Bouton intercaudal», welcher wahrscheinlich dem distalen Ringe entsprechen dürfte; da aber gerade beim Menschen an den unreifen Spermien sehr oft ein anderes Knötchen hier vorkommt, ist auch hier die sichere Identifizierung nicht möglich.

Ich habe mich nun bemüht, die Ausreifungsphänomene der menschlichen Spermien und die vorhergehenden Stadien der Spermiogenese zu eruieren und habe die Befunde hier oben eingehender beschrieben. Aus denselben geht hervor, dass die Verhältnisse im allgemeinen mit denen bei den anderen Mammaliern übereinstimmen, und zwar sowohl mit Rücksicht auf die Ausbildung des Kopfes aus dem Kern der Spermatide, der Kopfkappe aus dem Idiosom, als auch in Betreff der verschiedenen Teile des Schwanzes und ganz besonders in Bezug auf die *Centralkörper* sowie auf das Vorhandensein der v. Brunn'schen Körner in der Hülle des Verbindungsstückes. Was die Centralkörper betrifft, so wurden auch in den unreifen Stadien zwei *proximale* Körner angetroffen, und von den *distalen* in der Regel ein grösseres Korn (das von mir sog. dorsale); in selteneren Fällen sah ich noch ein ihm gegenüber gelegenes kleineres (das sog. ventrale); ausserdem war stets ein relativ grosser *distaler Ring* vorhanden, welcher von seinem ursprünglichen Platz dicht hinter den vorderen distalen Körnern allmählich an dem relativ starken Axenfaden nach hinten hin wandert, um zuletzt am hinteren Ende des im ganzen kurzen Verbindungsstückes sich dem vorderen Ende des Hauptstücks anzuschliessen; hier behält er in der Regel noch einige Zeit seine auffallende Stärke, wird aber dann immer kleiner und lässt sich zuletzt im reifen Stadium meistens nur schwer nachweisen. Am vordersten Ende des Hauptstücks trifft man nicht selten beim Menschen, vor der Ankunft des wandernden distalen Ringes, eine eigentümliche knotige oder breite ringförmige Verdickung der Hülle, welche später verschwindet. Um den Axenfaden des Verbindungsstücks sammeln sich die v. Brunn'schen Körner zu einem

Hüllenbeleg, einer kurzen Röhre, in welcher man in der Regel nicht mehr als sechs Körner der Längsreihe nach zählen kann; der übrige anhängende Protoplasmasack, aus dessen Körnerhaufen die v. Brunn'schen Körner hervorgehen, schwindet. Die v. Brunn'schen Körner werden von einer sie einhüllenden, scheinbar homogenen Substanz eingehüllt und zugleich in ihrer Grösse vermindert, weshalb man sie später im reifen Stadium nur undeutlich zu spüren vermag; dass sie sich dabei zu einer Spirale ansammeln, ist zwar möglich, aber man bemerkt in der Hülle keine wirkliche, aus ihnen hervorgegangene Spiralfaser; weder durch Färbungsversuche, noch durch Macerationen verschiedener Art (Kochsalzlösungen, Fäulnis u. s. w.) liess sich eine solche Spiralfaser nachweisen.

Im Zusammenhang mit diesem Rückblick auf die Befunde hinsichtlich der Formen der Spermien bei den verschiedenen Ordnungen des Mammalierreichs kann es auch am Platze sein, eine kurze Übersicht der Befunde in Betreff des allgemeinen feineren *Baues* dieser Spermien zu geben. Ich werde hierbei besonders, und etwas eingehender, jene Fragen besprechen, welche noch als strittig auzusehen sind, und solche, welche erledigt zu sein scheinen, nur kürzer berühren.

Was zuerst den *Kopf* betrifft, so haben die neueren technischen Methoden in der eigentlichen Substanz desselben keine deutlich nachweisbare Struktur dartun können. Wenn man die Ausreifungserscheinungen verfolgt, erkennt man, wie bekannt, dass eine allmähliche sog. »Verdichtung der Kernsubstanz» vor sich geht, indem das in den früheren Stadien vorhandene Lininnetz mit den in demselben befindlichen Chromatinpartikeln samt den Nukleolen immer feiner und gewissermassen rarefiziert wird. In den grossen Spermiden von Cynomys habe ich u. a. diesen Prozess zu verfolgen versucht. Auf der Tafel XLV ist eine Reihe solcher Stadien abgebildet. In den jüngeren (Fig. 15, 17) ist das Netz in dem noch kugelig gestalteten Kern im ganzen grobmaschig, mit einigen dickeren Chromatinansammlungen an mehreren Knotenpunkten. In einem folgenden Stadium (Fig. 20) ist das grobmaschige Netz noch vorhanden, die Chromatinkörner haben sich aber in demselben weit regelmässiger verteilt. Dann kommen die sehr interessanten Stadien, in welchen sich das Netz immer mehr vermehrt und sowohl reich- als feinmaschiger wird, während die färbbaren Chromatinkörner immer mehr an Zahl und Grösse abnehmen. Die Fig. 21, 14, 13, 12, 10, 8, 7, 5, 4, 11 stellen eine Reihe solcher nunmehr nicht kugeliger, sondern mehr in die Länge gezogener, unregelmässig ovaler Kerne oder Köpfe dar. Das feinmaschige Netz sowohl als die Chromatinkörner werden immer undeutlicher, färben sich schwach und entziehen sich immer mehr dem Blicke. In den dann folgenden Stadien (Fig. 19, 3) bleibt nur eine undeutlich körnige Beschaffenheit zurück, so dass man nicht mehr das Netz erkennt. Schliesslich schwindet auch diese undeutliche Körnigkeit, und die Kopfsubstanz erhält ein scheinbar ganz homogenes Aussehen, indem sie sich zugleich zusammenzieht, wodurch der Kopf an Umfang auffallend kleiner wird und, wie es bei den allermeisten Säugetierspermien die Regel ist, sich stark abplattet. In diesem ausgereiften Stadium lässt sich nunmehr, soweit bisher bekannt ist, weder durch Fixations- oder Macerations- noch durch Färbungsmittel, in der Kopfsubstanz eine feinere Struktur nachweisen, obwohl eine solche aller Wahrscheinkeit nach vorhanden ist.

Das einzige, was man nunmehr im stande ist, in ihr wahrzunehmen, ist eine bei den Spermien der verschiedenen Tierarten sehr wechselnde Ungleichheit in der Lichtbrechung des Vorder- und des Hinterstücks, indem das letztere nun das Licht stärker bricht als das erstere. Die verschiedenen Autoren haben diese Eigenschaft mehr oder weniger betont und das Verhalten meistens nur durch die Annahme einer verschiedenen Beschaffenheit der Substanz selbst erklärt. C. M. Fürst zeigte auch, dass bei mehreren Tierarten das hintere Stück sich mit gewissen Färbemitteln und mit besonderer Abgrenzung stärker färbt, und E. Ballowitz betonte noch eingehender die Verschiedenheit des Vorder- und Hinterstücks sowie auch den von dem letzteren gegen das Vorderstück hervorragenden halbmondförmigen »Innenkörper». Dass die Verschiedenheit des Vorder- und Hinterstücks teilweise von der gewöhnlich vorhandenen grösseren Dicke des Hinterstücks herrührt, haben wohl alle die betreffenden Autoren anerkannt; die Frage ist nun, ob nicht noch andere Eigenschaften der beiden Stücke als die Dicke und die Dichtigkeit der Substanz selbst einwirken. In vielen Fällen bemerkt man ganz deutlich, dass das Hinterstück von einer auffallend dicken, »glänzenden», stark lichtbrechenden Hülle dicht umschlossen ist. Ich könnte hier auf manche Figuren meiner Tafeln hinweisen, werde mich aber darauf beschränken, auf die Fig. 1, 2, 3, 4, 6 etc, der Taf. LVIII (Lemur) als frappantes Beispiel hinzuweisen. Bei den menschlichen Spermien und manchen anderen kommen ähnliche Verhältnisse vor. Wenn man dann noch die jüngeren Entwicklungsstadien durchmustert, so findet man, dass die sog. Manschette ungefähr bis zu der Gegend der oberen Grenze des Hinterstücks reicht und hier

mit einer scharfen, quer über den Kopf ziehenden Kante endigt. Die Manschette selbst schwindet zwar bald wieder, aber dieser Rand bleibt, und das Hinterstück scheint fortwährend von einer stärkeren Hülle umgeben zu sein.

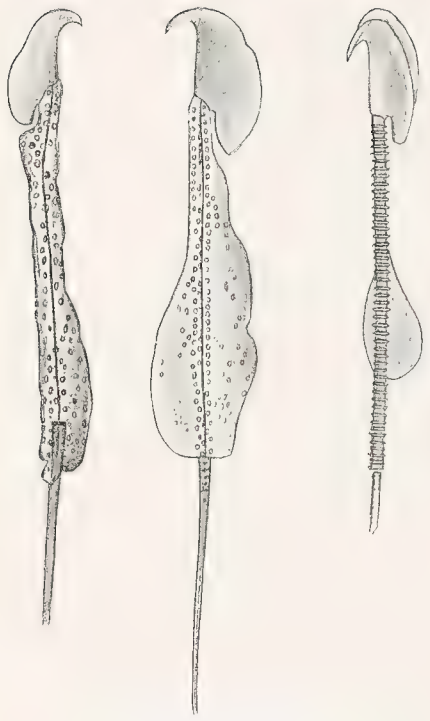
Was den sog. Innenkörper betrifft, so habe ich ihn lange als vielleicht von dem Verhalten des Hinterrandes der Kopfkappe herrührend aufgefasst. Es kommt nämlich nicht selten vor, dass die Kappe hinten mit einem gebogenen, nach vorn hin konvexen Rande endigt. Es scheint jedoch, als ob diese Erklärung nicht hinreiche. Zwar kommt eine Anzahl von Fällen vor, wo sie zutrifft und kein anderer »Innenkörper» sichtbar ist als ein helles Querband, welches vorn von der mehr oder weniger verdickten und gebogenen Hinterkante der Kopfkappe und hinten von dem Vorderrande des Hinterstücks begrenzt wird. Aber dann kommen auch, v. a. bei den Ungulaten, Spermienformen vor, wo diese Erklärung nicht hinreicht, in welchen nämlich eine helle, halbmondförmige Kopfpartie unter der hinteren Partie der Kopfkappe sichtbar ist. Also lässt sich nicht das Vorkommen eines Innenkörpers bestreiten, und dies Vorkommen kann man kaum von aussen an der Kopfsubstanz befindlichen Teilen (Kopfkappe, Kopfhülle) herleiten, sondern man muss, wie Ballowitz meint, seine Existens in der Substanz selbst verlegen. Aber dann stösst man auf die Schwierigkeit, dass der Innenkörper keine konstante Bildung ist, sondern sogar in den Spermien vieler Säugetiere nicht nachgewiesen werden kann, bei anderen aber bald erkennbar ist, bald nicht. Es ist mir also leider nicht gelungen, das eigentliche Wesen dieses Gebildes aufzuklären.

Ob eine eigene Hülle, als Rest der früheren Kernmembran, noch in den späteren Stadien der Ausreifung der Spermien und in deren reifem Zustande vorhanden ist und die eigentliche Kopfsubstanz eng umgibt, ist sehr schwer zu entscheiden. Man nimmt sie nicht direkt wahr. Es ist jedoch zu vermuten, dass eine solche, obschon äusserst dünne, Hülle noch vorhanden ist.

Was nun die *Kopfkappe* betrifft, so sind offenbar ihre erste Entstehung und Entwicklung bei allen Mammaliern der Hauptsache nach übereinstimmend, wie es v. a. durch die Untersuchungen von Meves beim Meerschweinchen dargetan ist, so dass ich hierauf nicht eingehe. Ihre weitere Ausbildung ist auch bei den verschiedenen Tieren prinzipiell übereinstimmend, obwohl in den einzelnen Fällen der Grösse und der Form nach wechselnd. Sie stellt eine protoplasmatische Bildung dar, welche in der Regel anfangs wächst, um dann bei der Ausreifung wieder sich zu verkleinern und schliesslich meistens nur eine ziemlich dünne Hülle an der vorderen Partie des Kopfes darzustellen, wobei sie aber vor dem vorderen Kopfrande gewöhnlich ein mehr oder weniger schmales hervorragendes Gebräme bildet. Die Kopfkappe stellt aber bei gewissen Tieren und Tiergruppen, v. a. bei verschiedenen Nagetieren, noch im reifen Zustande ein ansehnlicheres Gebilde dar. Sie kann meistens von dem Kopfe abgelöst werden, in manchen Fällen sitzt sie jedoch an ihm so fest, dass diese Ablösung nur sehr schwer oder sogar gar nicht gelingt. In ihrer Substanz, besonders im Gebräme, erkennt man grössere oder kleinere, oft glänzende Körner oder Tropfen, aber keine sonstige Struktur. Bei einzelnen Tieren entwickeln sich aber in dieser Substanz grössere glänzende Körper oder Stäbchen, welche am Vorderende des Kopfes liegen und als wahre Perforatorien dienen. Am hinteren Rande der Kappe ist ihre Substanz oft etwas band- oder wallartig verdickt. Zuweilen gelingt es nachzuweisen, dass der hintere Rand der Kopfkappe mit einer dünnen Hülle der hinteren Partie des Kopfes direkt zusammenhängt (siehe bei Inuus, Taf. LIX, Fig. 9); diese letztere, offenbar auch »protoplasmatische», hintere Hülle liegt aber in der Regel der Kopfoberfläche so sehr dicht an, dass sie, v. a. im reifen Stadium, kaum nachweisbar ist.

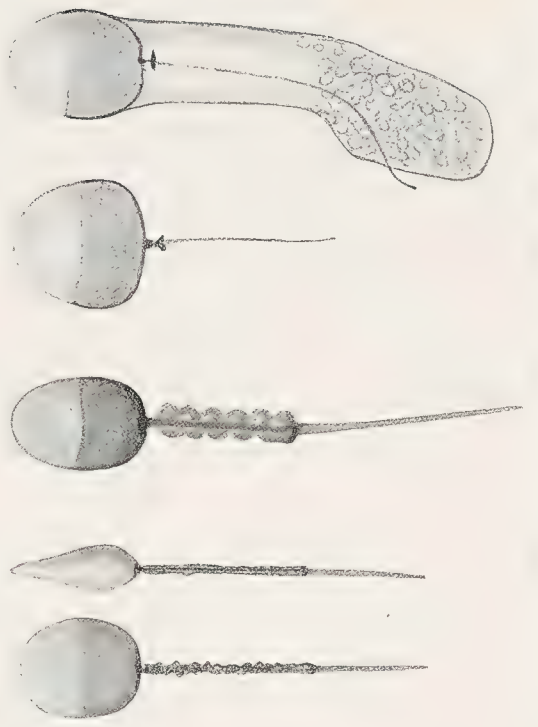
Von den Abteilungen des *Schwanzes*, dem *Halsstück*, dem *Verbindungsstück*, dem *Hauptstück* und dem *Endstück*, sollen hier zuerst die beiden letztgenannten besprochen werden, wonach die beiden kompliziertesten Abteilungen, das Verbindungsstück und das Halsstück mit dem in ihnen befindlichen Centralkörperapparat, etwas eingehender behandelt werden sollen.

Das *Hauptstück* besteht, wie schon lange bekannt ist, aus einem Axenfaden und einer diesen umgebenden Hülle; im Endstück läuft, wie zuerst v. Brunn zeigte, dieser Axenfaden ohne Hülle (oder wenigstens mit einer sehr verdünnten Hülle) hinaus. Nach vorn hin setzt sich der Axenfaden direkt in den Axenfaden des Verbindungsstücks fort. Wie Jensen und v. a. E. Ballowitz dargelegt haben, ist dieser Axenfaden aus feineren Fasern zusammengesetzt, welche so dicht beisammen gedrängt und aneinander gekittet liegen, dass man diese einzelnen Fäserchen erst dann bemerkt, wenn sie durch Maceration oder andere Präparationsmethoden voneinander getrennt worden sind; bald zerspalten sie sich hierbei nur in zwei dickere Bündel, bald lösen sie sich in eine grössere Anzahl von feinen Fibrillen auf, in denen man keine weitere Struktur, keine Körner o. d. bemerkt; sie liegen parallel und dicht aneinander gedrängt und bieten ein ziemlich steifes, etwas glänzendes Aussehen dar; offenbar sind sie durch eine ganz minimale Substanz, welche durch die Maceration gelöst wird, eng miteinander verbunden. Eine besondere



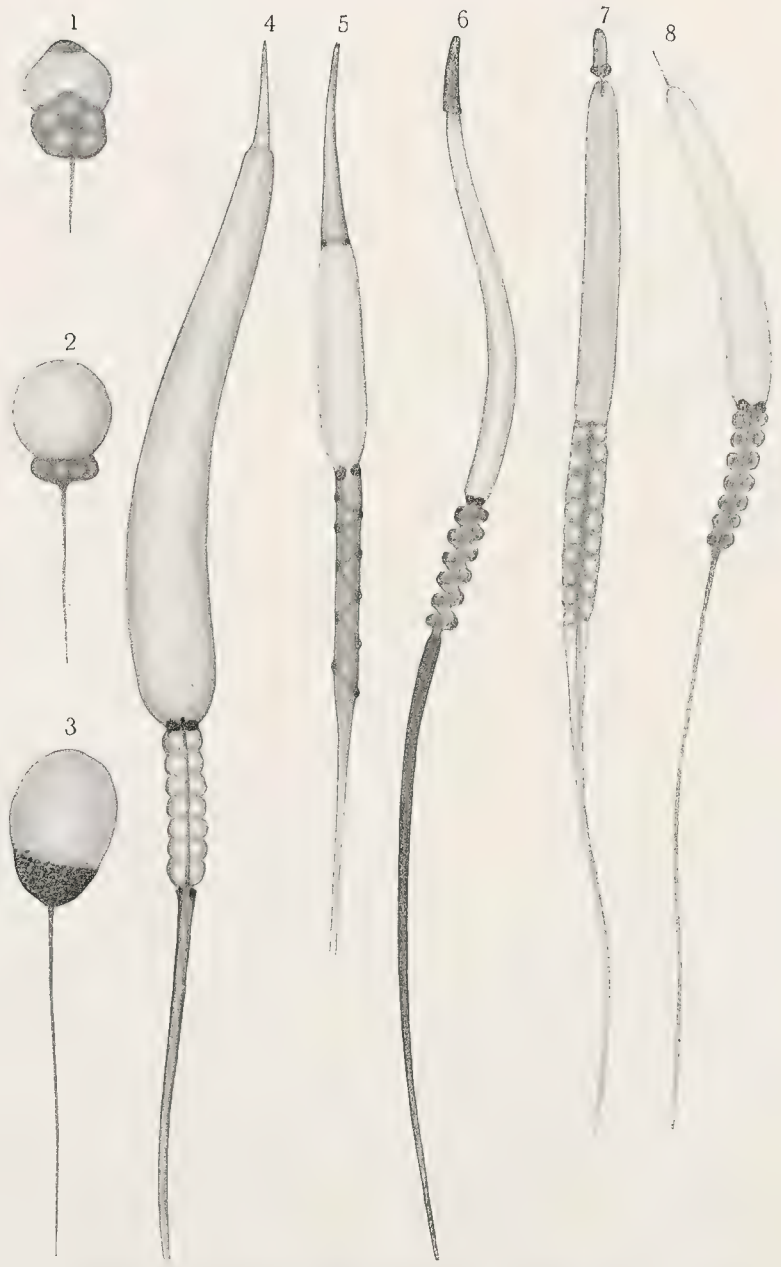
I. Drei unreife Spermien der Maus, nach *v. Brunn* (1884). Die Bildung des Verbindungsstückes. Die beiden inks mit gleich grossen Körnern im Protoplasma; in der mittleren legen sich diese dem Axenfaden an. In der linken sind sie zu Ringen verschmolzen.

II. Histogenese der Spermie der Maus, nach *Benda* (1903). Entstehung des Verbindungsstückmantels aus Mitochondrien. Vergr. 1400 mal. Die dunklen Körner sind die Mitochondrien, welche sich zur Spiralhülle anordnen.



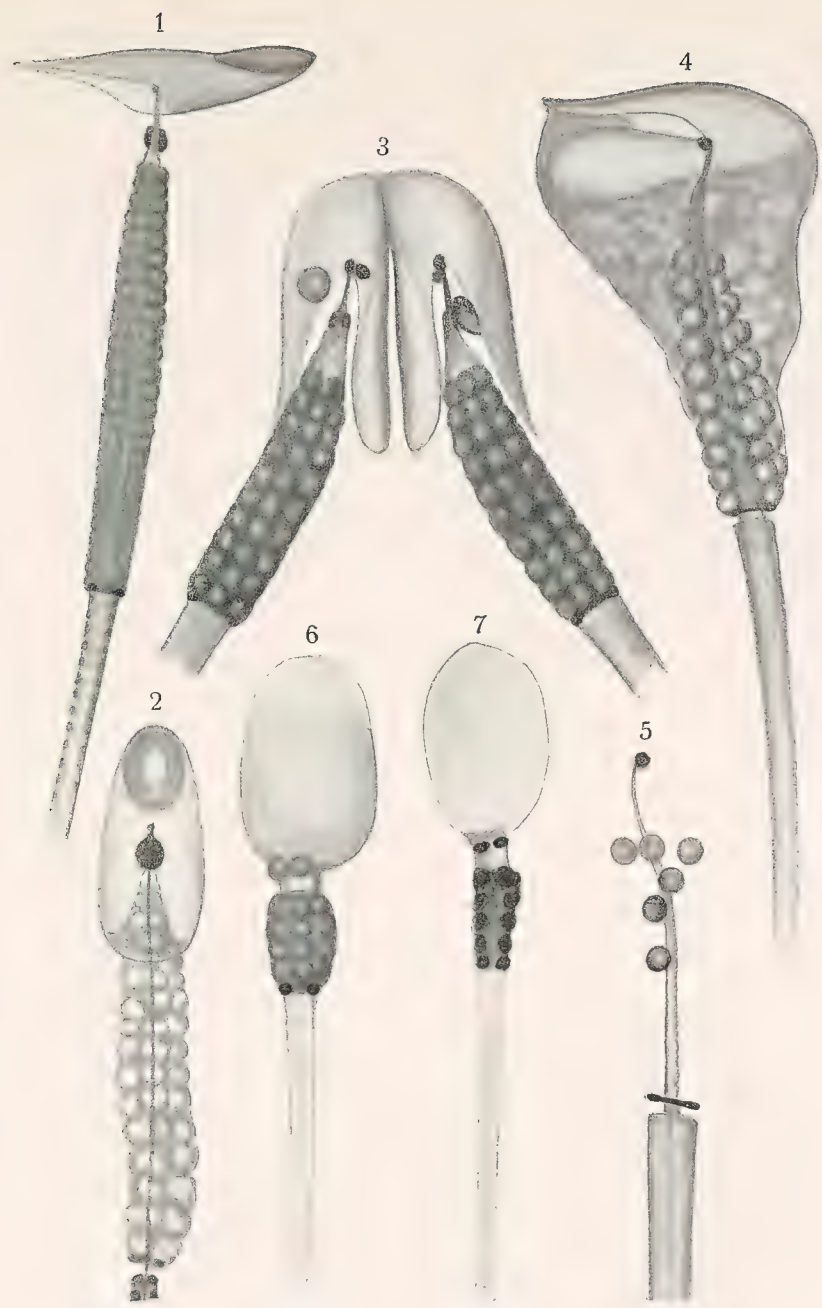
III. Spermien von Hylobates agilis. Die zwei ersten links sind reif. (v. d. Fläche und v. d. Kante). Die übrigen sind unreif, die mittlere mit v. Brunn'schen Körnern, die beiden rechts mit Centralkörpern, die letzte mit Manschette.

IV. Spermien von Fucaceen, Würmern, Echinodermen und Anthozoen. 1 vollständige Spermie von Fucus; die übrigen sind nur Vorderteile; 2—3 Glycera; 4 Phascolosoma; 5 Chiton; 6 Mytilus; 7—8 Modiola; 9 Patella; 10 Alcyonium; 11 Sagartia; 12 Mesothuria.

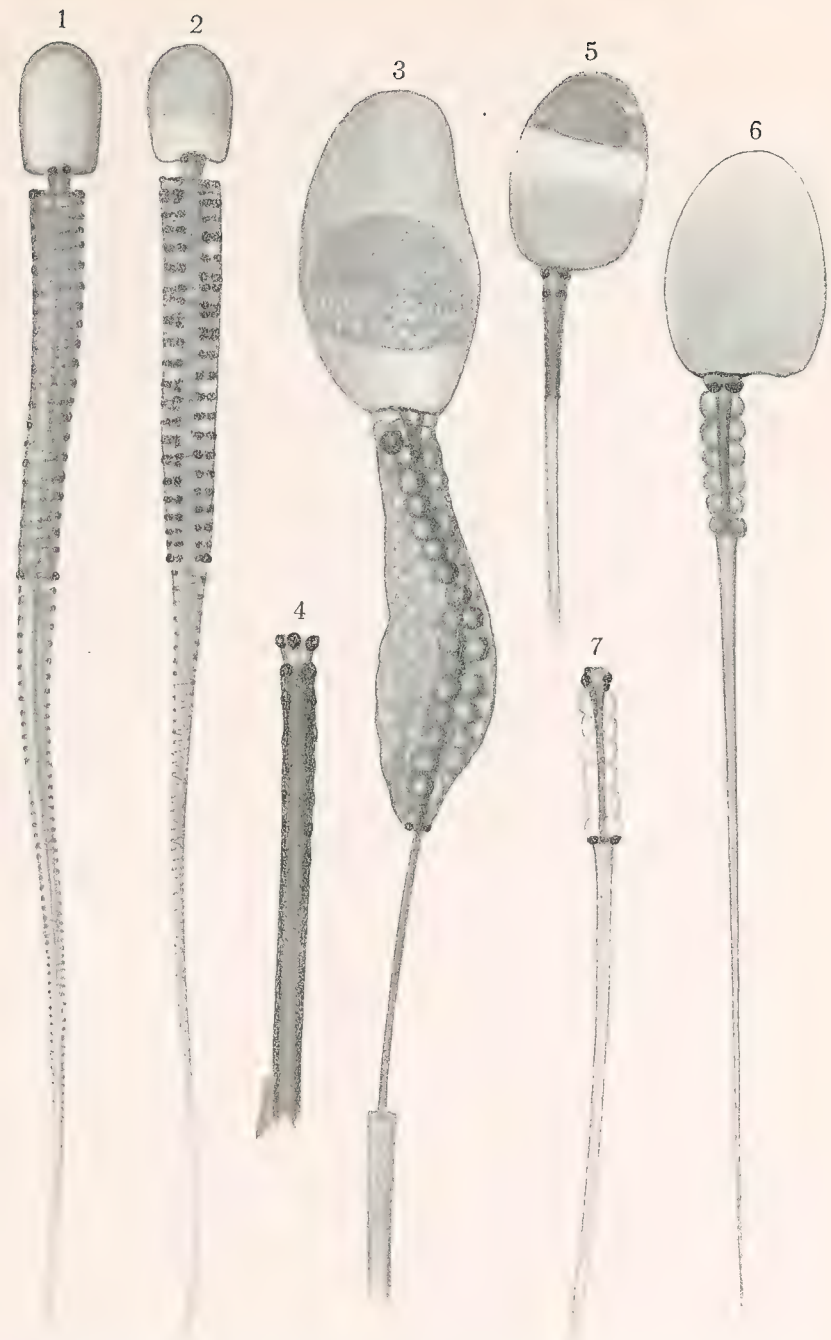


V. Spermien von Fischen und Reptilien. 1 Amphioxus; 2 Zoarces; 3 Amia; 4 Testudo; 5 Chamaeleon; 6 Gallus; 7—8 Psittacus.

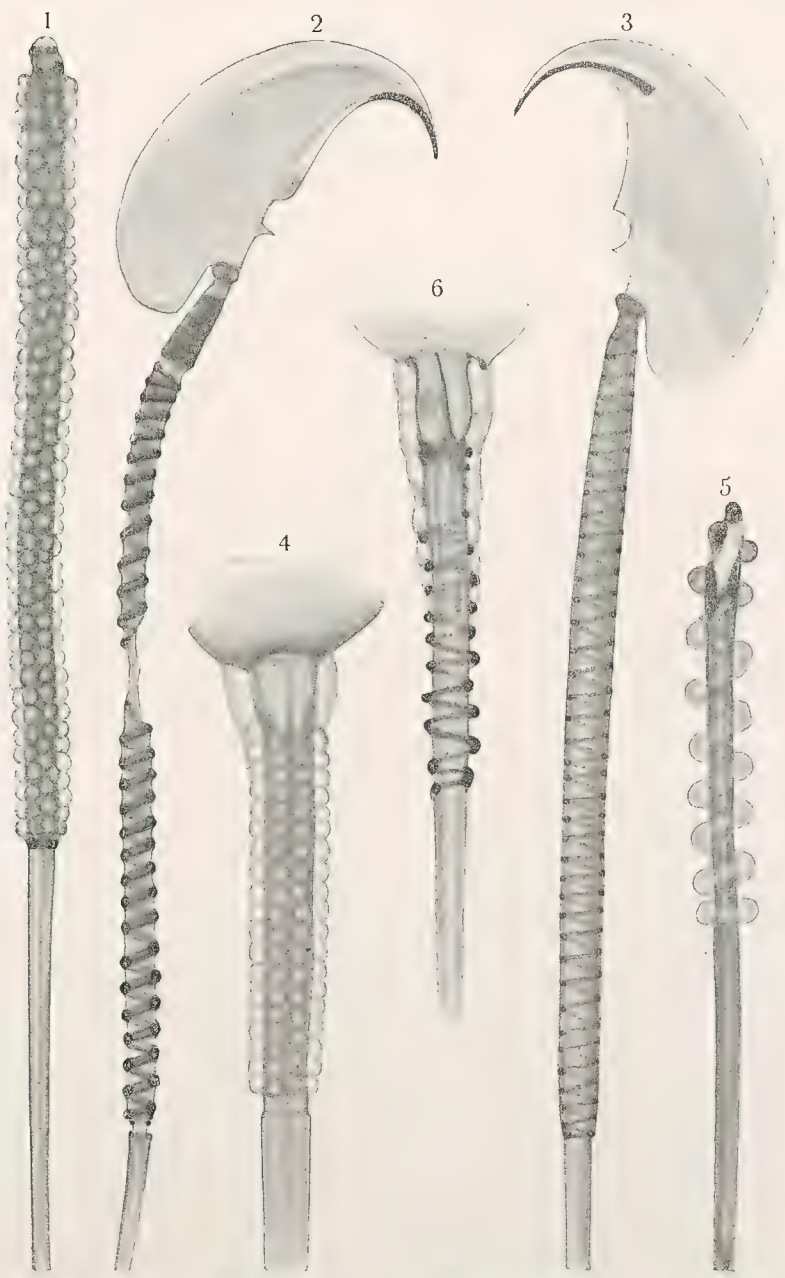
Cederquists Graf. A.-B. Stockholm.



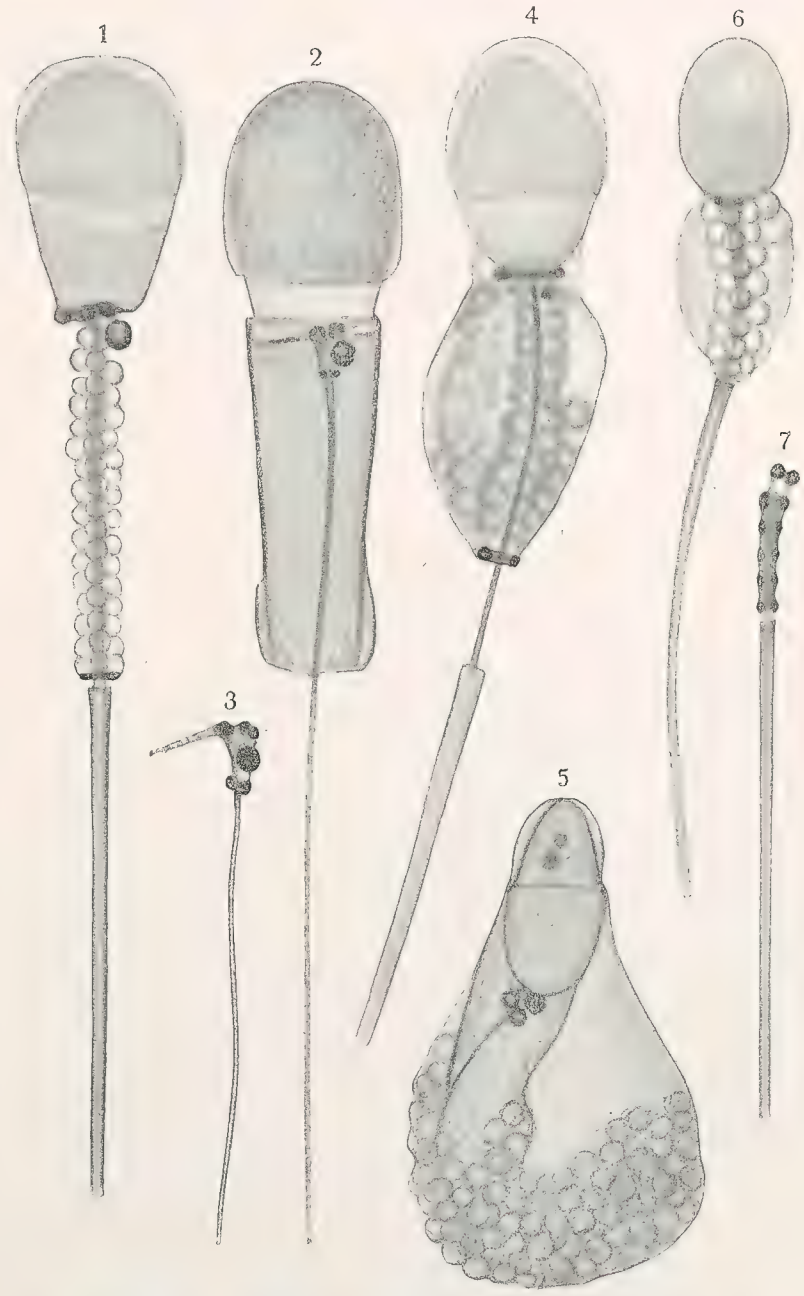
VI. Spermien von Marsupialiern und Cetaceen. 1 Macropus; 2 Bettongia; 3—5 Didelphys; 6—7 Globicephalus. 2, 4, 5 unreif.



VII. Spermien von Vespertilionen, Insektivoren und Edentaten. 1—2 Vesperugo; 3—4 Talpa; 5—7 Bradypus. 3, 6, 7 unreif, mit v. Brunn'schen Körnern.



VIII. Spermien von Nagetieren. 1—3 Mus musculus; 4—6 Cynomys. 1 und 4 mit v. Brunn'schen Körnern.



IX. Spermien von Carnivoren und Primaten. 1—3 Canis fam.; 4 Inuus; 5—6 Homo. Alle unreif; 1, 4, 6 mit v. Brunn'schen Körnern.

Cederquists Graf. A.-B., Sthlm.

Hülle um den Axenfaden konnte aber nie nachgewiesen werden, sondern sie besteht jedenfalls aus derselben minimalen Substanz, welche die Fäserchen miteinander verkittet. Weil Ballowitz schon längst diese Zusammensetzung des Axenfadens aus Fibrillen bei einer Reihe von Säugetieren sehr eingehend und gründlich dargelegt hat, und ich den Ergebnissen seiner Untersuchungen nur beistimmen kann, habe ich in den obigen Beschreibungen im allgemeinen darauf verzichtet, auf diese Sache näher einzugehen und Abbildungen davon mitzuteilen. Ich verweise deshalb auch hier auf die Abbildungen, welche Ballowitz gegeben hat.

Was die *Hülle* des Hauptstücks betrifft, so ist sie bei den verschiedenen Tieren im reifen Zustande der Spermien von verschiedener Dicke. Anfangs, in den früheren Stadien der Entwicklung, wie auch der Axenfaden selbst, sehr dünn, wird sie allmählich dicker. Sowohl der Axenfaden als seine Hülle wachsen an Dicke ohne direkte Hilfe von angrenzenden, sie umgebenden ernährenden Zellen oder anderen strukturierten Gebilden. Sie müssen also die nutriierenden Bestandteile entweder direkt aus dem umgebenden Gewebssafte, oder indirekt aus den vorderen, in die Sertoli'schen Zellen eingepflanzten Partien derselben Spermien holen. Das an sich merkwürdige Wachstum der Schwanzteile ist jedenfalls ein »innerer» Lebensakt, bei welchem die ernährenden Bestandteile in einiger, schwer zu kontrollierender Weise von aussen aufgenommen werden.

Hinsichtlich des Baues der Hülle hat man auch schon lange bei einzelnen Tieren in ihr eine Art Spiralfaser erkannt, und zwar v. a. bei den Vespertilionen, bei einigen Nagetieren und Marsupialiern. Ich konnte auch bei einer Anzahl solcher Tiere das Vorhandensein einer solchen feinen, oft sehr zierlichen Spiralfaser aufs schönste darlegen und sie in verschiedenen Figuren meiner veröffentlichten Tafeln abbilden lassen. Nun entsteht aber die Frage, ob diese Spiralfaser nur gewissen Tieren zukommt; bei den Insektivoren, den Ungulaten, den Carnivoren und den Primaten wurde sie ja bisher nicht nachgewiesen. Es ist diese Frage bis auf weiteres schwer zu beantworten. Jedenfalls ist aber zu bemerken, dass diese Faser gar nicht in allen Spermien derselben Tierart nachweisbar ist, sondern nur hier und da, in einzelnen Spermien. Es gehört offenbar entweder ein besonderer Zustand der Spermien dazu, um das Vorhandensein der Faser darzutun; denn unter den in demselben Präparate befindlichen und in gleicher Weise behandelten Spermien findet man in der Regel nur einzelne, in denen man die Faser bemerkt. Die Hülle, in welcher die Spiralfaser eingeschlossen liegt, besteht im übrigen aus einer homogenen, wenigstens scheinbar unstrukturierten Substanz von verschiedener Dicke. Und, wenn keine Faser sichtbar ist, bildet eine solche Substanz die ganze Hülle. Diese kann zerbröckelt werden und v. a. in Querstücke zerfallen; sie kann auch teilweise abgestreift werden, und dann bleibt hier nur der entblösste Axenfaden zurück. In einzelnen Fällen erkennt man indessen auch, dass eine dünne äussere Schicht die Hülle umgibt und bei Macerationen zurückbleibt (S. bei Cynomys, Taf. XLII (Fig. 16—18). Eine solche dünne, begrenzende Schicht kann ja ein Rest des Protoplasmaklumpens sein, aus welchem der Schwanz von Anfang an hervorgedrungen ist; man findet sie aber in der Regel nicht an den Hauptstücken, und sie muss jedenfalls als besondere Schicht sehr dünn sein; nie lässt sie sich von der eigentlichen Hülle des Hauptstücks als ein besonderes Häutchen ablösen oder abschaben.

Es bleibt nun hier übrig, den Bau des *Verbindungsstücks* und des *Halsstücks* zu besprechen. Es liegen hier einige sehr intrikate, aber zugleich sehr interessante Probleme zur Behandlung vor. Von vornherein muss man darauf vorbereitet sein, dass hier bei den verschiedenen Tieren etwas wechselnde Bauverhältnisse vorkommen können. In der Tat erweist es sich auch, dass dies zu einem gewissen Grade der Fall ist. Es ist deshalb nötig, aus diesen Wechselungen das allgemein Gültige, das allen Gemeinsame herauszufinden und dann die speziellen Erscheinungen übersichtlich zu betrachten und zu beachten.

Im Verbindungsstück unterscheidet man ja seit Eimer's Arbeiten (1874) den Axenfaden und die diesen umgebende Hülle, von denen der Axenfaden mit demjenigen des Hauptstückes direkt zusammenhängt und von diesem eine Fortsetzung nach vorn ist, während die Hülle nicht eine solche direkte Fortsetzung der Hülle des Hauptstücks, sondern eine ganz differente Bildung ist und nur an sie stösst. Jensen und Ballowitz zeigten, dass bei einer Anzahl von Tieren auch im Verbindungsstück der Axenfaden fibrillär gebaut ist und vorn mit einem »Endknöpfchen» endigt. Ballowitz wies auch nach, dass sich dieser Faden vorn im Halsstück in zwei etwas divergierende Stränge teilt, von denen jeder vorn am hinteren Kopfrande mit einem besonderen Endknöpfchen endigt. Gegen diese letztere Auffassung von Ballowitz opponierte schon Jensen, sowie später auch Meves, in der Hinsicht, dass sie nicht zugeben wollten, dass der Axenfaden durch das Halsstück hindurch bis zum hinteren Kopfende gehe, sondern nur bis zum vorderen Ende des Verbindungsstücks reiche und hier mit dem »Endknöpfchen» endige; nach Meves sind die beiden Stäbchen des Halsstücks besonderer Art, mit den Centralkörperkörnern

auf das innigste verbunden (Centrosomalfäden, Waldeyer). Nachdem durch die Untersuchungen auf dem Gebiete der Spermiogenese durch Hermann, v. Lenhossék und v. a. Meves die Herkunft, die Ausbildung und die morphologische Bedeutung der Centralkörper der Spermien, resp. der Ursprung des Schwanzes, festgestellt worden waren, gab auch Meves das schon oben referierte Schema für die schliessliche Ausbildung des Centralkörperapparates, wie er sie v. a. beim Meerschweinchen gefunden hatte. Für die folgende Besprechung ist es nötig, einige der Hauptpunkte seiner Darstellung nach seinem eigenen Referat hier wieder anzuführen. »Der *proximale*[1]) Centralkörper, welcher dem Kern angelagert ist, zerfällt in *drei* in einer Reihe liegende gleich grosse Knötchen . . . Derjenige Schenkel des *distalen hakenförmigen* Centralkörpers, von welchem der Achsenfaden seinen Ursprung nimmt, zerfällt zunächst durch zwei Einschnürungen in *zwei hintereinander gelegene* Knötchen; von diesen findet sich das eine hintere am Ursprung des Achsenfadens, das andere vordere zwischen dem hinteren und der Umbiegungsstelle des Hakens. Das *hintere* Knötchen, von welchem der Achsenfaden entspringt, wächst rasch zu einer kleinen anfangs sehr dünnen Platte aus, welche sich schliesslich, indem sie in der Mitte durchbricht, zu einem *Ring* umgestaltet. Der Achsenfaden tritt dann durch das Lumen des Ringes hindurch und setzt sich mit dem *vorderen Knötchen* in Verbindung. Ebenfalls der freie oder *horizontale Hakenschenkel* zerfällt in *drei*, in einer Reihe liegende Knötchen. Und zwar entsteht dem keulenförmig verdickten Ende dieses Schenkels entsprechend ein *grosses* Knötchen; gegen die Umbiegungsstelle des Hakens folgt dann ein kleines und schliesslich als drittes ein ebenso kleines oder etwas grösseres Knötchen, welches letztere seiner Lage nach der Umbiegungsstelle selbst entspricht. Diese drei aus dem horizontalen Hakenschenkel hervorgegangenen Knötchen treten nun mit den drei ihnen gegenüberliegenden, welche aus dem proximalen Centralkörper entstanden sind, durch feine Fäden in Zusammenhang.«

Ich habe mich bei mehreren Tieren bemüht, dies von Meves beim Meerschweinchen festgestellte, sehr komplizierte Schema zu applizieren. Es gelang mir aber bisjetzt nicht, dasselbe in allen seinen Einzelheiten wiederzufinden. Ich will gerne annehmen, dass es für das Meerschweinchen, das ich in dieser Beziehung nicht genauer untersuchte, vollständig gilt — dafür bürgen ja das scharfe Auge, die technische Geschicklichkeit und die auf diesem Gebiete im ganzen so bedeutende Autorität Meves'. Bei Cynomys, ebenfalls einem Nagetier, deren Spermien eine auffallende Grösse darbieten, gelang es mir indessen leider nicht, alle die Stadien des fraglichen Schemas entdecken zu können. Ich muss aber sogleich gestehen, dass unter den zahllosen Spermiden der Präparate eine solche Menge von wechselnden Bildern vorkam, dass es äusserst schwer fiel, zu bestimmten Schlüssen zu gelangen und sie ohne gewaltsame Konstruktion zu einer zusammenhängenden Entwicklungsreihe zu gruppieren. Auf der Taf. XLIV konnten die Abbildungen von nur einer geringen Anzahl dieser Spermiden Platz finden. Einige von diesen, welche alle scharf hervortraten, waren in der Tat sehr schwer zu deuten. Ich habe sie nur als Beispiele wiedergeben lassen, um zu zeigen, wie wechselnde Bilder man bekommt. Eine Sache geht aber jedenfalls aus diesen Bildern hervor, nämlich dass das von Meves beim Meerschweinchen entdeckte und beschriebene Hervorschiessen eines Fortsatzes vom Kopfe gegen die Centralkörper, um sie gewissermassen an sich zu ziehen, offenbar auch bei Cynomis konstatiert werden kann; man sieht hier eine ganze Reihe von charakteristischen derartigen Fortsätzen, gewöhnlich am äusseren Ende zweigeteilt.

Sowohl aus den Präparaten von Cynomysspermiden als von denen einer Reihe anderer Säugetiere bin ich indessen hinsichtlich des Verhaltens der Centralkörper wenigstens zu dem Ergebnis gelangt, dass sich, wie Meves es beschreibt, die beiden Centralkörper in mehrere Körner zerteilen, und zwar der *proximale* bei einigen Mammaliern (den Primaten etc.) wahrscheinlich nur in zwei, bei den meisten aber in *drei* nebeneinander, der Quere nach, gelegene Körner; der *distale* spaltet sich in zwei hintereinander liegende Körner, von denen der *hintere* zum *Ring*gebilde wird und, nach einer gewissen Pause, am Axenfaden nach dem Hinterrande des Verbindungsstücks wandert; der vordere aber teilt sich in zwei Körnchen, ein *grösseres dorsales* und ein *kleineres ventrales*, welche letzteren am hinteren Ende des anfangs relativ zum Schwanzfaden dicken Halsstücks liegen bleiben. Weiter in das Schema hinein will ich, nach dem was ich gesehen habe, nicht folgen; die *hauptsächlichsten* Data stimmen also mit denen von Meves überein, obwohl er in den Details weiter gekommen ist. Leider gelang es mir aber nie sicher, Bilder vom Teilungsakte bei den Centralkörpern wahrzunehmen; man muss indessen nach den verschiedenen Befunden darauf schliessen; so z. B. habe ich nie den wichtigen Prozess der Teilung des distalen Centralkörpers in ein vorderes und ein hinteres Korn, aus welchem letzteren der Ring entsteht, beobachten können; ob es Meves gelungen ist, diesen Teilungsakt selbst wahrzunehmen, lässt sich aus seiner Darstellung nicht dartun. Was das von Meves entdeckte Stäbchen betrifft, welches von einem der proximalen (dem ventralen) Centralkörperkorn hinauswächst

[1]) Von mir kursiviert.

und bald wieder verschwindet, so habe ich es bei vielen Säugetieren gesehen. In Betreff der *Manschette* stimmen meine Erfahrungen grösstenteils mit denen der anderen Autoren überein; man findet sie als eine helle, glasklare, unstrukturierte, nicht ganz dünne Röhre, welche bei ein und demselben Tier eine verschiedene Länge und Breite zeigen kann; ob dies von verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung abhängt, ist schwer zu entscheiden. Dass die Manschette nur eine kurze Lebensdauer hat, ist schon lange bekannt. Erst nach ihrer Auflösung legen sich die v. Brunn'schen Körner um den Axenfaden, und der Ring wandert zugleich nach hinten. Nie sah ich die von Meves beim Meerschweinchen beschriebenen Fasern im Anfangsstadium der Manschettenbildung. Schliesslich kann ich nicht umhin zu bemerken, dass mir die Bezeichnung Manschette nicht besonders gut gewählt erscheint; da sie um den »Hals» liegt, würde »Halskragen» mehr adäquat sein. Beide diese Bekleidungsartikel sind aber an einer Seite gespaltet, offen oder geknöpft. Der alte Name »Schwanzröhre» ist weit besser, denn eine wahre Röhre ist sie.

Wenn ich nun mit diesen Ergebnissen aus dem Studium der Spermiden die Befunde hinsichtlich der Centralkörper bei den sich ausreifenden und den reifen Spermien zusammenstelle, so lässt sich dies in folgenden Sätzen tun: Die *proximalen* Centralkörperkörner bleiben in ihrer schon erworbenen Anzahl (2 oder 3, je nach den Tierarten) am Ansatze des Halsstücks bei dem Kopfe; sie sind aber zuweilen recht schwer nachzuweisen. Von den Teilen des *distalen* Körpers lassen sich etwas nach hinten an den Seiten des Halsstücks oft noch lange, bis in das reife Stadium hinein, die vorderen zwei Körner, das dorsale und das ventrale, nachweisen; in der Regel ist aber nur das dorsale, meistens ziemlich grosse Korn noch vorhanden, während das ventrale, entweder nicht sichtbar oder so reduziert ist, dass man es nicht mehr sicher erkennt. In manchen Fällen haben sie sich sogar beide dem Blicke entzogen. Der hintere *distale* Ring ist meistens an den sich ausreifenden Spermien noch mehr oder weniger deutlich wahrnehmbar, und zwar am hinteren Ende des Verbindungsstücks, gewöhnlich dem Vorderende des Hauptstücks angeschlossen; er ist bei verschiedenen Tieren von wechselnder Grösse; bei allen vermindert er sich aber bei der Ausreifung und verliert zugleich allmählich die Fähigkeit, die Anilinfarben aufzunehmen, so dass er im reifen Zustande der Spermien in der Regel nicht oder nur andeutungsweise nachgewiesen werden kann.

Was nun das *mittlere* der drei vorderen distalen Körner betrifft, welche in dem von Meves dargestellten Schema enthalten sind, so bin ich zu der Überzeugung gelangt, dass es bei den von mir untersuchten Tieren nicht als solches vorhanden oder wenigstens so klein ist, dass es sich dem Blicke entzogen hat. Wenn man in seltenen Fällen hier ein Korn wahrnimmt, lässt es sich kaum als zum Centralkörperapparat gehörig anerkennen. Dasselbe ist der Fall mit den übrigen am Halsstück sich färbenden Flecken und Fasern. Soweit ich erfahren habe, muss man auch hier sehr vorsichtig sein, ehe man alles sich hier färbende als zum Centralkörperapparat gehörig rechnet. Man könnte vielleicht diese meine Ansicht als zu skeptisch betrachten. Ich habe aber auch hier so wechselnde Bilder gesehen, dass ich lieber etwas zu wenig als zu viel zu dem fraglichen wichtigen Apparat hinführe. Besonders bei Cynomys, dessen Spermiden eine so bedeutende Grösse darbieten, sieht man zwar (Taf. XLII) von den Plätzen der proximalen Centralkörperkörner sich färbende Streifen verschiedener Art und Anzahl nach hinten verlaufen; ihr wahrer Zusammenhang mit diesen Körnern ist jedoch recht problematisch. Mir scheinen sie eher einer Art umhüllenden Substanz anzugehören. Solche Bilder, wie die Fig. 7 und v. a. die Fig. 10 der Tafel XLII, sprechen für die Wahrscheinlichkeit einer solchen Auffassung. Gerade diese letztere Figur ist in mehrfacher Beziehung von besonderem Interesse. Das hier abgebildete Präparat war sehr deutlich und scharf. Man sah den von seiner Hülle entblössten Axenfaden des Verbindungsstücks in nicht weniger als drei nebeneinander liegenden Fäden zerspaltet, von denen der rechts gelegene rückwärts gebogen ist. Dieser und der links gelegene sind einander ganz ähnlich, und an ihren vorderen Enden ist eine Art Hülle oder ein dünner Beleg von der Hämatoxylinfarbe gefärbt. Zwischen ihnen findet sich noch ein Faden oder Stab, welcher ganz hell und von keinem Beleg bedeckt ist; er ist vorn kolbenartig verdickt und verschmälert sich stark nach hinten hin, indem er zwischen den anderen spitz hineinläuft. Die anderen beiden Fäden sind auch an dem vorderen Ende etwas kolbenartig verdickt. Nach allem, auch nach der Berechnung der Länge der drei Fäden, hat man es hier nicht nur mit dem Verbindungs-, sondern auch mit dem Halsstück zu tun; die vorderen stärker verdickten Enden der Fäden entsprechen dem Halsstück. Nach diesen und anderen Präparaten zu urteilen, würde die alte Ansicht von E. Ballowitz, dass der Axenfaden des Verbindungsstücks sich auch im Halsstück fortsetzt und zu dem Hinterende des Kopfes geht, trotz der Angaben von Jensen, Meves u. a., doch eine Wahrheit enthalten. Ich habe mich auch hier vielfach bemüht, diese Frage eruieren zu können, aber auch hier bekommt man einander so widersprechende Bilder, dass eine endgültige Entscheidung mir nicht gelang. Es ist wahr, dass in den jungen Spermiden sich meistens ein relativ breites, nach dem Kopfe hin sich verbreiterndes Halsstück anlegt, welches von dem schmalen Schwanzfaden absticht; jeden-

falls kommt in dem Halsstück eine andere Substanz hinzu. Es ist aber gar nicht unmöglich, dass die Bündel des geteilten Axenfadens, in diese Substanz eingeschlossen, das Halsstück durchlaufen. Bei mehreren Tieren glaube ich dies auch sicher gesehen zu haben, indem ich einen direkten Zusammenhang des Axenfadens mit den im Halsstück gelegenen Fäden zu erkennen vermochte; diese letzteren Fäden kann ich nicht zu dem Centralkörperapparat (als Centrosomalfasern) hinführen. Es wäre nun denkbar, dass sich die Sache bei verschiedenen Tieren verschieden verhalten könne, obwohl dies dargelegt werden muss, bevor man es behaupten kann. Meinesteils will ich also diese Frage noch offen halten und sie nicht als ganz entschieden betrachten. Ich bin in die Einzelheiten dieser intrikaten Frage von dem Bau des Halsstücks hier noch einmal eingegangen, weil es unmöglich war, dieselbe zu besprechen, ohne die zweideutigen Details zu berühren.

Ich komme nun zuletzt zur Behandlung der *Hülle des Verbindungsstücks*. Mit der Erforschung dieser Bildung habe ich mich viel beschäftigt, und ich habe auch in den in diesem Bande veröffentlichten Mitteilungen dem Bau dieser Hülle eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Als ich im Sommer 1903 meine Untersuchungen über die Spermien von neuem aufnahm, war gerade eine der Fragen, die ich mir zur Beantwortung aufstellte, das Verfolgen der Rolle des Verbindungsstückes bei dem Befruchtungsakt; ich hatte die Ansicht gewonnen, dass die Hülle desselben dabei nicht ohne Beteiligung sein konnte, obwohl ich noch keine Beweise für eine solche Ansicht hatte. Als ich dann bei den Polychäten die hinter dem Kopfe, ringsum den Schwanzansatz gelegenen, regelmässig angeordneten 4 Körner entdeckte und bei den Lamellibranchiern dieselbe Anordnung von meistens 5 Körnern fand, in denen ich sogleich das Homologon der körnigen Hülle des Verbindungsstückes sah, so wurde meine Vermutung von der Bedeutung aller dieser Teile sehr verstärkt. Ich fand es aber nötig, zuerst die *morphologische* Seite dieser Frage zu eruieren, und in dieser Weise wurden meine betreffenden Untersuchungen während der folgenden Jahre von der biologischen in die morphologische Richtung abgelenkt. Ich fand nämlich, dass auf dem Gebiete der Erforschung von den Formen und dem Bau der Spermien der Evertebraten noch viel zu tun geblieben war, und dass diese Erforschung am besten derjenigen der biologischen Fragen vorausgehen dürfte. Hierbei wurde meine Aufmerksamkeit auch gerade auf das Verhalten des sog. Nebenkerns (des Nebenkernorgans) resp. der Hülle des Verbindungsstückes gerichtet. Bei den höheren Tieren, den Säugetieren, hatte man ja schon seit lange in dieser Hülle eine Spiralfaser beschrieben, obwohl die Darstellungen derselben noch manches zu wünschen übrig gelassen hatte. Eigentlich hatte man nur bei der Maus und der Ratte sowie bei den Fledermäusen (Ballowitz) mit grösserer Sicherheit eine Spiralfaser nachweisen können. Aber ein so scharfer Beobachter wie v. Brunn war auch hier (bei der Maus) in Betreff der fraglichen Faser in der Hinsicht unsicher geblieben, ob sie spiralig sei oder nur Ringe bilde; er war sogar eher geneigt, der letzteren Ansicht zu huldigen. v. Brunn beschrieb aber als Erster (1884) die Entstehung dieser Faser aus eigentümlichen kugeligen Körnern, welche sich um den Axenfaden des Verbindungsstückes ansammeln und zu der Faser verschmelzen. Bei den Reptilien sah Prenant (1887) auch Körner in der Hülle des Verbindungsstücks und vermochte als Erster diese Protoplasmakörner rückwärts bis in die frühen Spermidenstadien aufspüren. Dann fand Benda (1897) bei der Maus, ohne von den früheren Entdeckungen v. Brunn's und Prenant's zu wissen, von neuem, dass die Spiralfaser im Verbindungsstück sich aus Körnern aufbaut, welche in dem dasselbe umgebenden Protoplasma liegen und sich mittelst einer von ihm erfundenen Färbungsmethode färben lassen; diese Körner, seine Mitochondrien, konnte er ebenfalls von den früheren Spermidenstadien her verfolgen. Die Abbildungen, welche v. Brunn und Benda von diesem Prozess, dem Aufbau der Spiralfaser durch die betreffenden Körner, lieferten, waren indessen im ganzen wenig befriedigend; v. Brunn's Bilder waren etwas besser, obwohl die schliessliche regelmässige Anordnung der Körner aus seinen Figuren nicht ersichtlich ist; in Benda's Figuren liegen die Körner ganz zerstreut im Protoplasmaklumpen, und sie sind auch gar zu klein gezeichnet. Dies fiel mir sogleich auf, als ich meine Studien über die Spermien der Säugetiere anfing. Zum Vergleich mit meinen Figuren werde ich nun hier im Texte 2 Tafeln (A und B) mit den betreff. Abbildungen v. Brunn's (Taf. A Fig. I) und Benda's (Taf. A Fig. II) wiedergeben und dann, ebenfalls in Autotypien, eine kleine Auswahl meiner eigenen Abbildungen beifügen, welche ich in einer in schwedischer Sprache (1908) veröffentlichten Abhandlung über den Bau des Verbindungsstücks der Spermien der Säugetiere mitgeteilt habe; diese Figuren sind Bruchstücke meiner in den verschiedenen Abhandlungen publizierten Figuren von Spermien und können eine kleine Übersicht des vorliegenden Themas geben. Sie zeigen auch den Unterschied zwischen v. Brunn's und Benda's Darstellungen einerseits und den meinigen andererseits. Ich werde aber hier nicht auf die auffallenden Verschiedenheiten, welche bei den Tieren im Bau der Hülle des Verbindungsstücks vorkommen, näher eingehen, weil dies schon oben ausführlich getan ist; sondern ich will nur betonen, dass die Körner, welche in dieser Hülle der Spermien der

Säugetiere im unreifen Zustande stets vorkommen, und die ich nach dem Entdecker als v. Brunn'*sche Körner der Spermien* bezeichnet habe, bei mehreren Tieren noch im reifen Zustande als solche *Körner* bestehen bleiben, während sie bei vielen anderen Tieren zu einer wahren *Spiralfaser* verschmelzen, welche in eine mehr homogene Substanz eingebettet liegt und infolgedessen sich oft nur sehr schwer nachweisen lässt. Weil ich gerade in den v. Brunn'schen Körnern das Homologon des Nebenkernorgans der von mir vorher eingehender studierten Spermien von Evertebraten sah, haben diese Körner mein besonderes Interesse erweckt, weshalb ich ihnen ein umfassenderes Studium widmete. In den zahlreichen Arbeiten, welche in der späteren Zeit dem Bau der Spermien und der Spermiogenese gewidmet sind, findet man sie sonst sehr wenig berücksichtigt; und in den diesen Arbeiten beigefügten Abbildungen finden sich auch keine naturgetreuen Wiedergaben derselben. Ausser den hier reproduzierten Abbildungen v. Brunn's und Benda's gibt es nur solche Figuren, in denen ganz kleine, alternierende Körnchen zu sehen sind oder eine gewisse allgemeine, undeutliche Körnigkeit in der Hülle angegeben ist, sogar in der neuesten schönen Arbeit von Duesberg »La Spermatogenèse chez le rat» (v. Oct. 1908) finden sich noch in den Abbildungen der weit entwickelten Spermiden, wo die zahlreichen v. Brunn'schen Körner gut ausgebildet und sehr regelmässig angeordnet sein sollen (s. o. meine Taf. XLVIII, Fig. 8 und 9), keine solchen Körner um den Axenfaden angegeben oder angedeutet.

In der späteren Zeit hat nun aber Meves, im Anschluss an Benda's Untersuchungen und Angaben, die Frage von den Mitochondrien in den Spermien aufgenommen und ihnen seine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Wie vorher Benda, hat auch Meves in verschiedenen Geweben solche sich färbende Körnchen gefunden und sie zuerst unter den Benda'schen Bezeichnungen *Mitochondrien* oder *Chondriomiten* aufgeführt. In seiner letzten (am 24. Oct. 1908 erschienenen), mir während des Druckes dieses Bandes meiner Biologischen Untersuchungen gütigst zugeschickten Arbeit hat Meves[1]), im Anschluss an Benda, diesen Körnchen und Fäserchen, welche er nunmehr zusammen als *Chondriosomen* aufführt, eine noch höhere Bedeutung angewiesen, indem er sie als »Träger erblicher Anlagen» betrachtet und sie weiter beim Embryo verfolgt. Im Anschluss an seine Befunde der spezifischen Färbbarkeit der feinen Mitochondrienkörnchen in dem Protoplasma der Spermiden und betreffs des Übergangs dieser Körnchen in die Spiralfaser des Verbindungsstückes, sowie an seine Entdeckung, »dass in verschiedenen anderen Gewebszellen, u. a. auch in Ovarialeiern und in Zellen älterer Blastulastadien, sich ähnliche Körner mit derselben Methode färben lassen», äusserte Benda[2]) im J. 1903, dass es »mit Bestimmtheit vorauszusagen» ist, »dass die Mitochondrien, ebenso wie sie individualisiert die Mitosen überdauern, auch als individualisierte Bestandteile der männlichen Geschlechtszelle *innerhalb der weiblichen wiedererscheinen und an der Befruchtung teilnehmen*[3]) werden.» »Diese Feststellung,» fügte Benda hinzu, »die mir als das dringendste Postulat erscheint, würde den Schlussstein in der Kennzeichnung der Mitochondrien als Zellorgan abgeben und einem dem *Zellleib* angehörenden Bestandteil die Rolle eines der Faktoren der Vererbung vindizieren, da das Vorhandensein der gleichen Gebilde in den weiblichen Geschlechtszellen von mir bereits unzweifelhaft beobachtet ist.»

Im J. 1907 und noch eingehender in der angeführten Arbeit vom J. 1908[1]) hat dann Meves dargetan, dass in den Geweben der jungen Hühnerembryonen zahlreiche Chondriokonten, wie er nunmehr die fadenartigen Chondriosomen benennt, vorkommen, und daraus (schon 1907) den Schluss gezogen, dass diese »*wahrscheinlich direkt teils von der männlichen, teils von der weiblichen Geschlechtszelle*» abstammen[3]).

In Anbetracht der biologisch ausserordentlich wichtigen Frage, welche hier vorliegt, ist es indessen von grösster Wichtigkeit, auf dem Wege zur Wahrheit nur ganz vorsichtig vorzuschreiten. Wenn man kritisch diese Äusserungen von Benda und Meves beurteilt, so findet man, dass der erstere Autor von einer *Voraussage* spricht, obwohl er zu derselben noch »mit Bestimmtheit» fügt. Und Meves benutzt das Wort »*wahrscheinlich.*» Die *sicheren* Beweise, dass in den Embryonen die Chondriokonten »direkt teils von der männlichen, teils von der weiblichen Geschlechtszelle» abstammen, liegen noch nicht vor, denn sich in derselben Weise färbende Körner und Fäden sind ja vor dem Befruchtungsakte in beiden diesen Zellenarten vorhanden, und es lässt sich *denken*, dass die eine Art dieser Elemente, z. B. die aus der männlichen Zelle abstammenden, bei dem fraglichen Akte nicht wirksam sind oder gar untergehen. Und wenn auch beide diese Körnchenarten den Akt überleben, so ist dadurch nicht *sicher bewiesen*, dass sie die Träger erblicher Anlagen in echt biologischem Sinne sind. Die sich färbenden feinen Körner und Fäden, die Chondriosomen, scheinen nach den neueren Befunden in den meisten Geweben vorzukommen und nachweisbar zu sein; sie können sogar ein konstanter, oder beinahe konstanter Bestandteil der Protoplasma-

[1]) Fr. Meves, *Die Chondriosomen als Träger erblicher Anlagen.* Cytologische Studien am Hühnerembryo. Archiv f. mikrosk. Anatomie und Entwicklungsgesch. Bd. 72, 1908 (herausgeg. am 24. Okt.).

[2]) K. Benda, *Die Mitochondria*, Merkel-Bonnets Ergebnisse, XII. Band, f. 1902, herausg. Wiesbaden 1903.

[3]) Von mir kursiviert.

substanz an sich sein, welcher natürlich jedenfalls eine grosse Bedeutung hat, aber deshalb nicht mit aller Sicherheit der Träger der eigentlichen erblichen Anlagen ist. Vor allem aber haben wir noch keine Sicherheit dafür, dass alle diese, nach einer oder einigen Methoden sich färbenden Körnchen ein und derselben Art von Elementarbestandteilen entsprechen und angehören. Körnchen *verschiedener* Art können sich durch eine gewisse Methode in gleicher Weise färben lassen.

Wenn ich nun diese Bedenken hinsichtlich der Schlussfolgerungen ausspreche, so ist es in keinem Falle meine Absicht, die interessanten histologischen *Befunde* von Benda und Meves in Abrede zu stellen. Im Gegenteil stelle ich sie sehr hoch und hoffe, dass dieselben wichtige Impulse zu neuen Forschungen auf dem fundamental wichtigen Gebiete der Prozesse der Befruchtung und Vererbung geben werden. Die sehr geehrten Autoren haben ja selbst in ihren betreffenden Darstellungen durch die angeführten Worte »vorauszusagen» und »wahrscheinlich» angezeigt, dass das fragliche Problem noch nicht endgültig gelöst ist.

Wie ich schon oben angegeben habe, bin ich selbst schon seit einer Reihe von Jahren sehr geneigt gewesen, in den v. Brunn'schen Körnern der Spermien (resp. der Spiralfaser) ein Gewebselement zu sehen, welches bei der Befruchtung (resp. der Vererbung) eine wichtige Rolle spielt[1]). Eben deswegen habe ich dies Gewebselement eingehend studiert. Um diese ihre Rolle näher zu erforschen, bemühte ich mich auch eine Färbungsmethode zu finden, welche diese Körner ganz spezifisch färbe, wodurch sie von allen anderen Körnern des Protoplasmas unterschieden und beim Befruchtungsakt im Ei sowie nach diesem Akte verfolgt werden könnten. Ich bin nämlich noch nicht davon überzeugt, dass diese Körner, welche in meinen Präparaten auffallend grösser sind als die Benda'schen Mitochondrien in den von ihm abgebildeten Spermiden der Maus, seinen gefärbten Körnchen ganz entsprechen. Bis auf weiteres bin ich der Meinung, dass die v. Brunn'schen Körner *Elemente eigener Art* sind, obwohl dieselben vielleicht nach der Benda'schen Methode auch mitgefärbt werden können. Wie ich schon oben angedeutet habe, hoffte ich seit lange, die Entscheidung der vorliegenden Frage zu treffen oder wenigstens den ersten Schritt zu einer solchen bei den Evertebraten, v. a. den Pylochäten und den niederen Mollusken, bei welchen homologe Elemente sich finden, mit Erfolg machen zu können. Bei den fraglichen Evertebraten lassen sich die Untersuchungen leichter experimentell, durch künstliche Befruchtung, ausführen; hierbei wäre aber gerade die Erfindung einer ganz spezifischen Färbung der betreffenden Elemente der Spermien für ihren Nachweis im befruchteten Ei von wesentlicher Bedeutung. Weder die Benda'sche Methode noch die Heidenhain'sche ist meiner Ansicht nach in dieser Beziehung hinreichend spezifisch; vielleicht ist es nicht möglich, eine solche für diese Körner spezifische Färbungsmethode zu finden; es lässt sich auch denken, dass die v. Brunn'schen Körner eine biologisch spezifische Aufgabe haben, ohne sich durch chemische oder andere Reaktionsmethoden von anderen Protoplasmaelementen distinktiv und klar unterscheiden zu lassen.

Bei der hier vorliegenden Frage von der Bedeutung der v. Brunn'schen Körner (resp. der Spiralfaser) für die Befruchtung und Vererbung müssen indessen, bevor ich diese Frage diesmal verlasse, zwei eigentümliche Verhältnisse hervorgehoben werden, welche *gegen* eine solche Rolle zu sprechen scheinen, *erstens* die bedeutende Verminderung ihrer Substanz, als sie in die Bildung der Spiralfaser eingehen, und *zweitens* die höchst auffallende Verschiedenheit in der Menge ihrer gesamten Substanz und Anzahl bei den verschiedenen Tieren. V. a. ist es sonderbar, dass gerade beim *Menschen*, wo die erblichen Anlagen wohl bedeutend umfassender sein müssen als bei den meisten der übrigen Mammalier, diese Körner nicht nur so wenig zahlreich sind und die Gesamtmenge ihrer Substanz so viel geringer als z. B. bei der Ratte und verschiedenen anderen Tieren ist. Zwar kann man hier auf die alte Frage von Quantität und Qualität zurückgreifen, indem es ja in der Natur denkbar ist, dass grosse Taten durch gewisse, an Quantität geringe Elemente ausgeführt werden können, was durch die Geschlechtszellen überhaupt bewiesen wird. Die vorliegenden Probleme stehen indessen offenbar noch auf dem Standpunkt des Hypothetischen. Man möchte aber bei diesen Untersuchungen auch diejenige Substanz berücksichtigen, welche die fraglichen Körner umhüllt und bei den Vertebraten einen oft bedeutenden Anteil der Hülle des Verbindungsstückes ausmacht. Ebenso ist das Schicksal der verschiedenen Teile des Centralkörperapparates sowie dasjenige des Hauptstücks des Schwanzes mit seiner Hülle bei dem Befruchtungsakt und nachher noch nicht endgültig erläutert.

[1]) Siehe meine Abh. im Jubiläumsheft von Hygiea, 1908 (a. a. O.).

TAFELN

VERZEICHNIS DER TAFELN.

Taf. I—XVII. Die Spermien der Crustaceen.
Taf. I. Cladoceren, Copepoden, Ostracoden.
Taf. II—III. Ostracoden.
Taf. IV. Branchiuren, Cirripedien, Pantopoden.
Taf. V. Isopoden, Amphipoden.
Taf. VI. Amphipoden.
Taf. VII. Amphipoden, Cumaceen.
Taf. VIII—X. Schizopoden.
Taf. XI—XVII. Dekapoden.
Taf. XVIII—XXIII. Die Spermien der Insekten.
Taf. XXIV. Die Spermien von Aurelia, Nereis, Scrupocellaria, Nassa.
Taf. XXV. Die Spermien der Cestoden und Trematoden.
Taf. XXVI. Die Spermien der Chaetognathen.
Taf. XXVII—XXVIII. Die Spermien der Elasmobranchier.
Taf. XXIX—XXXVII. Die Spermien der Vögel.
Taf. XXXVIII. Die Spermien von Didelphys.
Taf. XXXIX. Die Spermien der Insektivoren und des Bradypus.
Taf. XL—XLVIII. Die Spermien der Nagetiere.
Taf. XLIX. Die Spermien der Nagetiere und der Huftiere.
Taf. L—LIII. Die Spermien der Huftiere.
Taf. LIV. Die Spermien der Waltiere.
Taf. LV—LVII. Die Spermien der Carnivoren.
Taf. LVIII. Die Spermien der Halbaffen.
Taf. LIX. Die Spermien der Affen.
Taf. LX—LXI. Die Spermien des Menschen.

Die allermeisten Figuren der Tafeln sind bei *Zeiss' Apochrom. Hom. Imm., 2 mm. Ap. 1,30 (zuw. 1,40) und Komp. Okul. 12,* sowie *noch 3 Mal linear vergrössert, ausgeführt.* Wegen der bedeutenden Grösse mehrerer Spermien mussten ihre Abbildungen, um ihnen Platz auf den Tafeln zu bereiten, ohne die letztgenannte *3-malige* lineare Vergrösserung wiedergegeben werden, nämlich auf Taf. I die Fig. 23 und 24; auf Taf. II die Fig. 1, 2 und 15; Taf. III, Fig. 8; Taf. VII, Fig. 5; die meisten Fig. der Taf. VIII—X; Taf. XXII, Fig, 1; Taf. XXXIV, Fig. 1. Die Fig. der Taf. XLIV sind in *2-maliger* linearer Vergrösserung des Bildes von Zeiss' Apochrom. Hom. Imm. 2 mm. Ap. 1,30 und Komp. Okul. 12 gezeichnet.

Auf der Taf. I sind die Fig. 21 und 22 und auf der Taf. IX die 5, 6, 8, 16, 22 bei Vér. Obj. 7 und Okul. 3 (ausgez. Tub.) wiedergegeben. Ebenso auf der Taf. X die Fig. 1, 2, 9—13. Auf der Taf. IX ist die Fig. 3 bei Vér. Obj. 2 und Okul. 3 (ausgez. Tub.) gezeichnet. Auf der Taf. X sind die Fig. 7 und 12 bei Vér. Obj. 6 und Okul. 3 (eingeschob. Tub.) abgebildet.

Daphnia
(1—15)

Podon
(16—19)

Antheacheres
(27—28)

Notodromas
(29—42)

Paracalanus
(20)

Eurytemora
(21—26)

GEZ. V. G. WENNMAN.

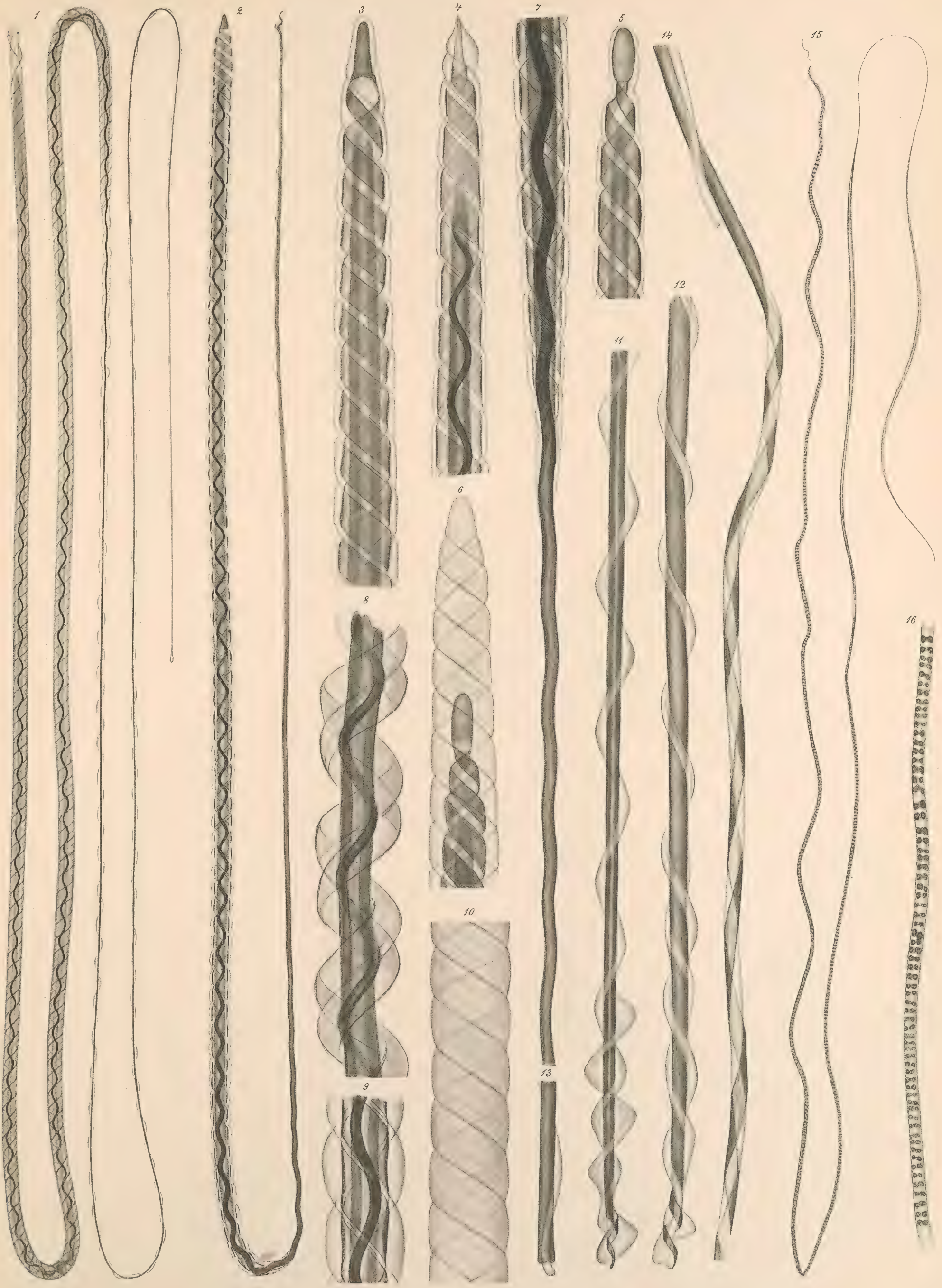
LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. II.

Notodromas
(1)

Candona
(2—14)

Cytheridea sp.
(15—16)



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Loxooconcha rhomboidea
(1—6)

Cytherura nigrescens
(7)

Paradoxostoma variabile
(8)

Cytheridea dentata
(9—15)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Lepas
(1—7)

Nymphon
(8—11)

Argulus
(12—15)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Idothea
(1—8)

Asellus
(9—15)

Corophium
(16—21)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Gammarus
(1—19)

Phronima
20 -23

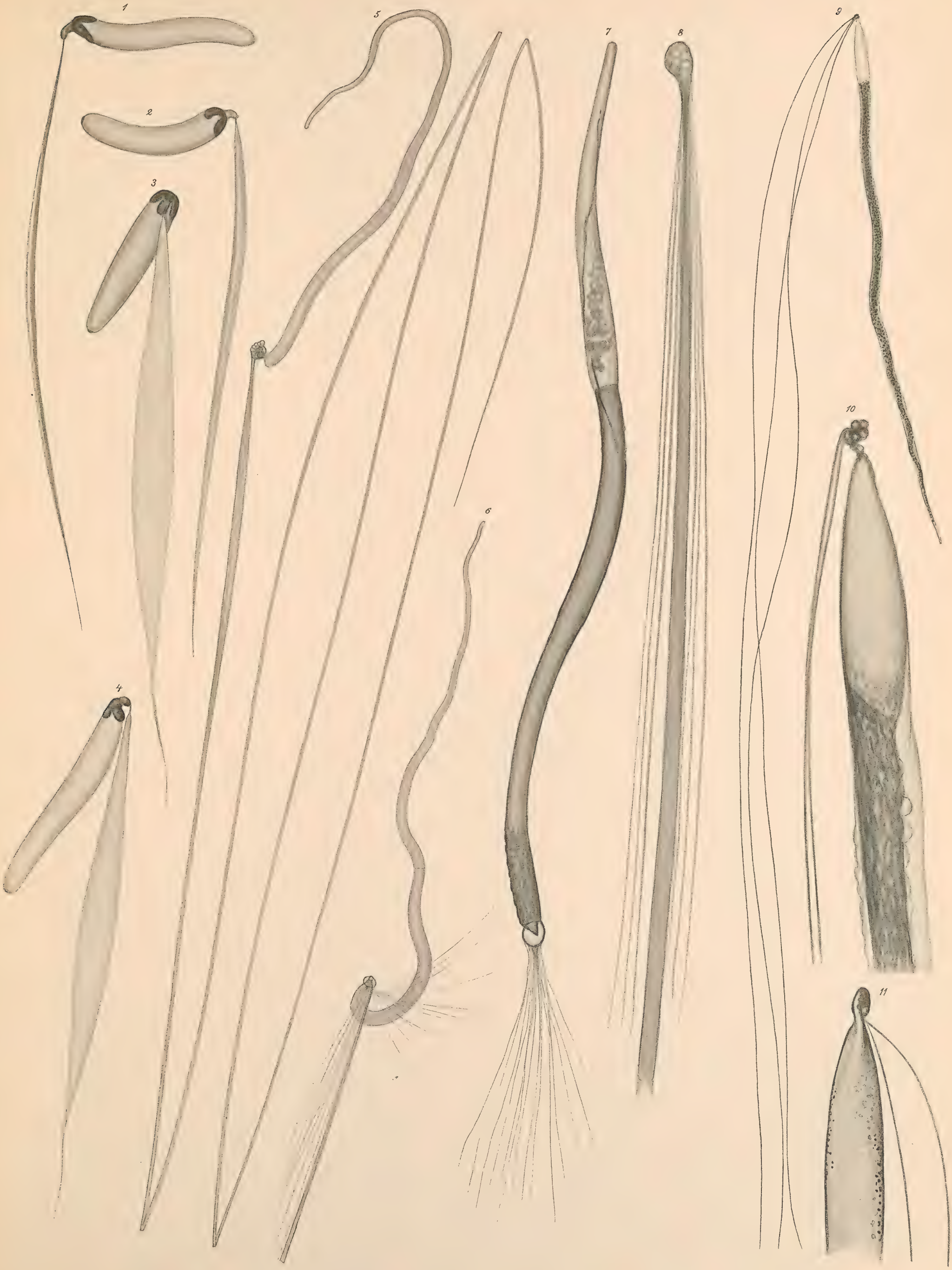
GEZ. v. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Caprella
(1—4)

Diastylis
(5—8)

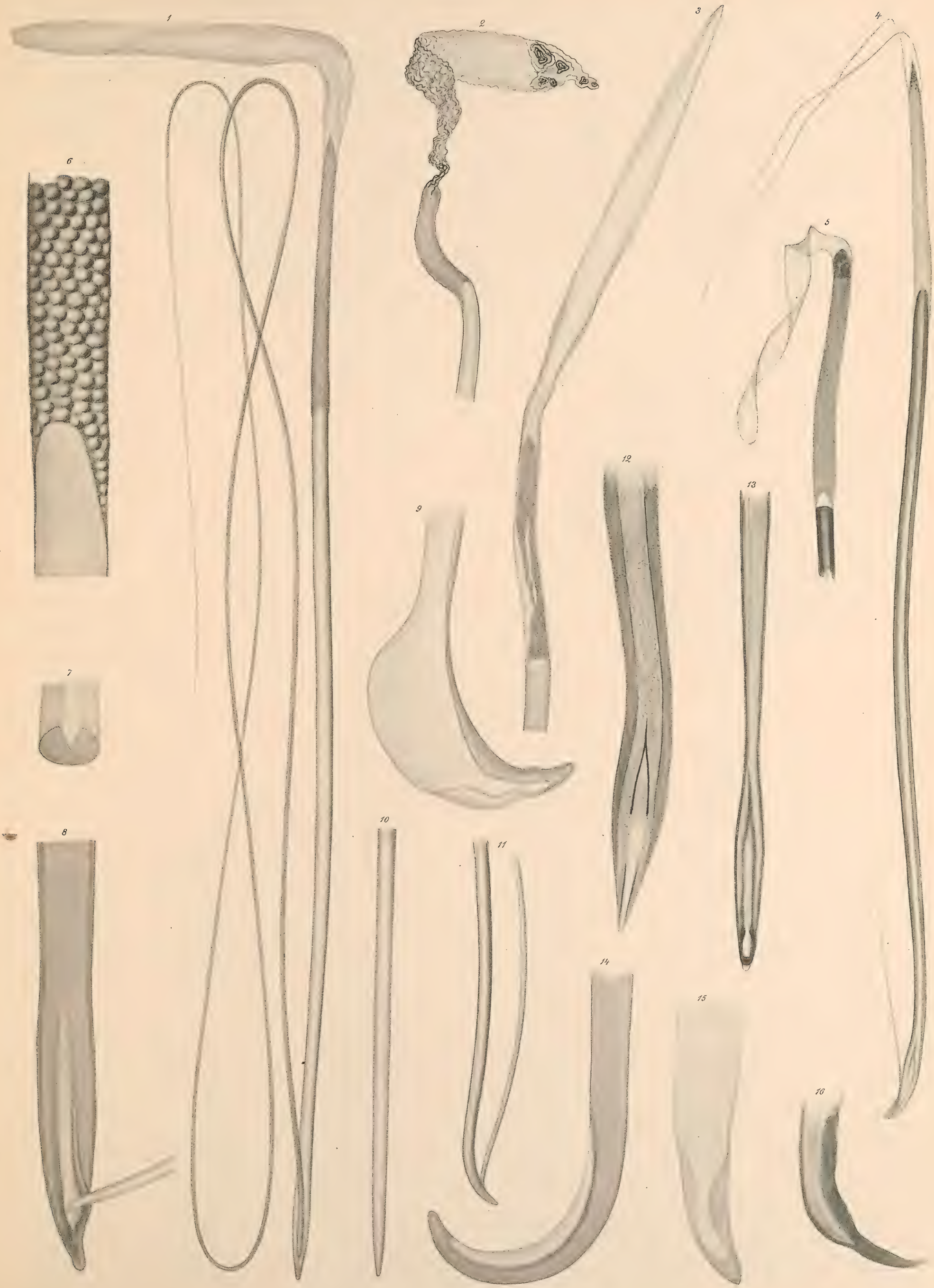
Leucon
(9—11)



GEZ. v. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Mysis oculata



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Mysis oculata

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Mysis oculata

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Palaemon
(1—14)

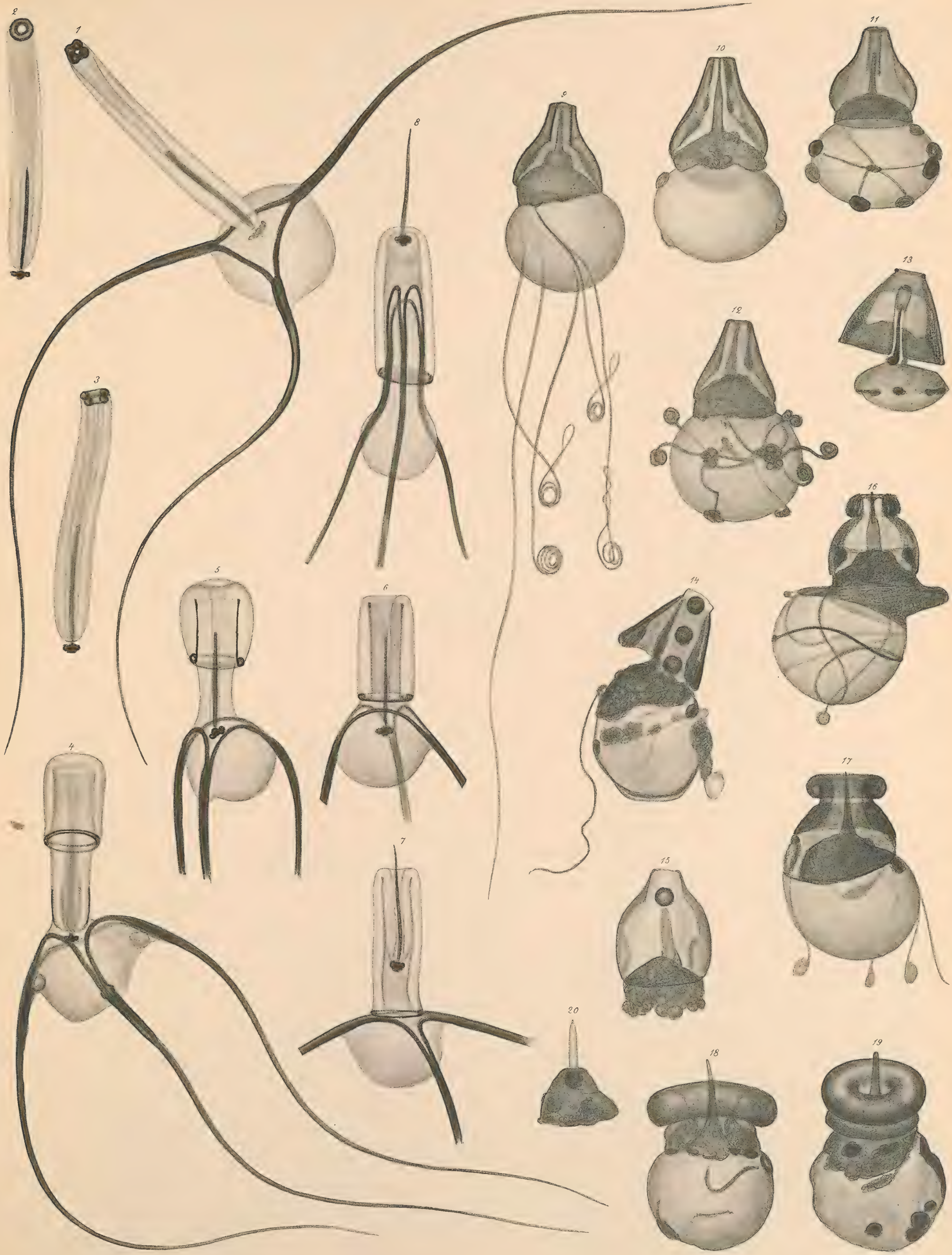
Crangon
(15—23)

GEZ. v. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Nephrops
(1—8)

Calocaris
(9—20)



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Homarus

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Astacus
(1—8)

Eupagurus
(9—17)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Litho des
(1—16)

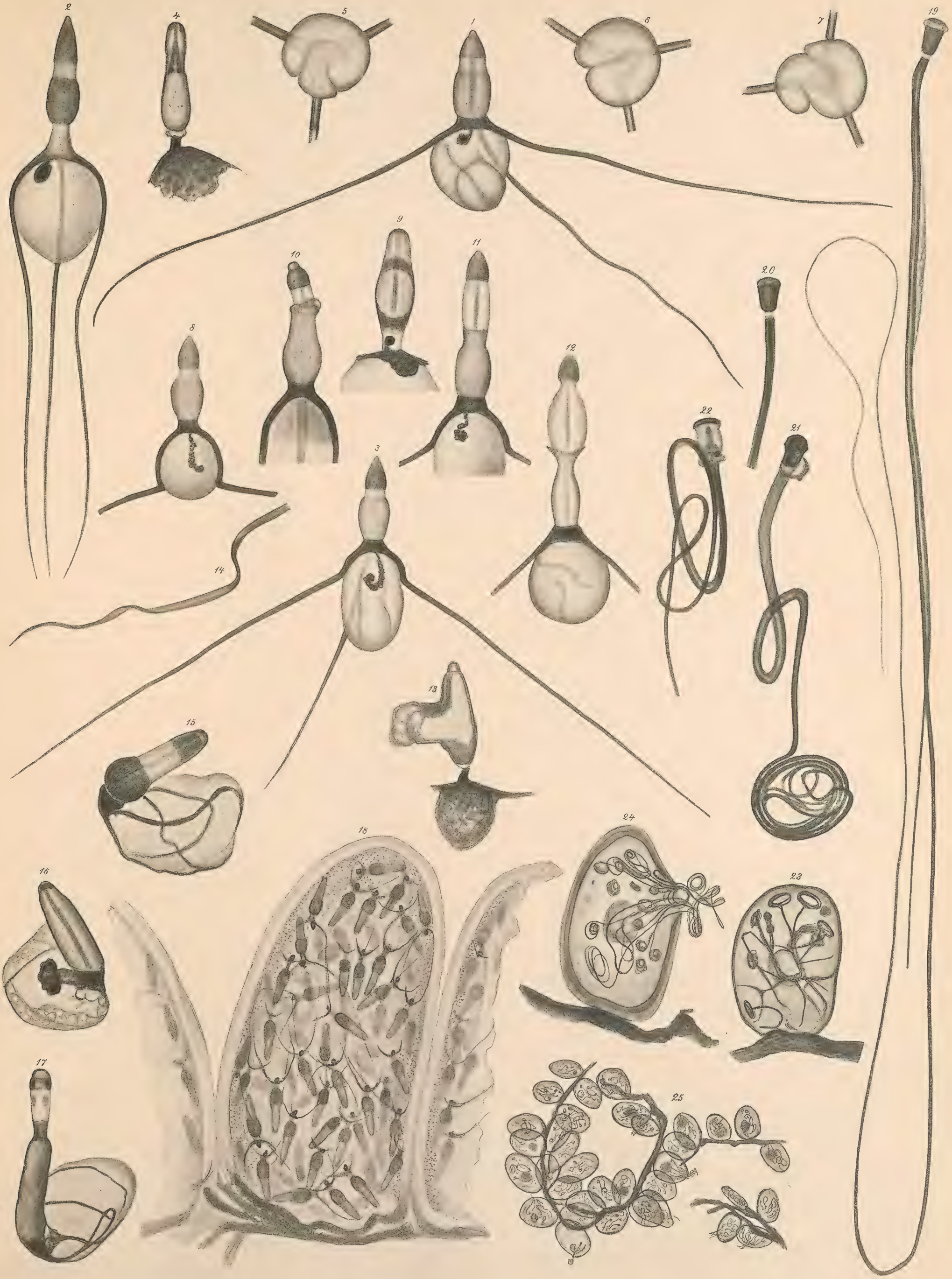
Eupagurus
(17—21)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Galathea
(1—18)

Porcellana
(19—25)



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Hyas
(1—19)

Eurynome
(20—23)

Stenorhynchus
(24—33)

Portunus
(47—50)

Carcinus moenas
(34—39)

Cancer pagurus
(40—46)

Ebalia
(51—57)

GEZ. V. G. WENNMAN.

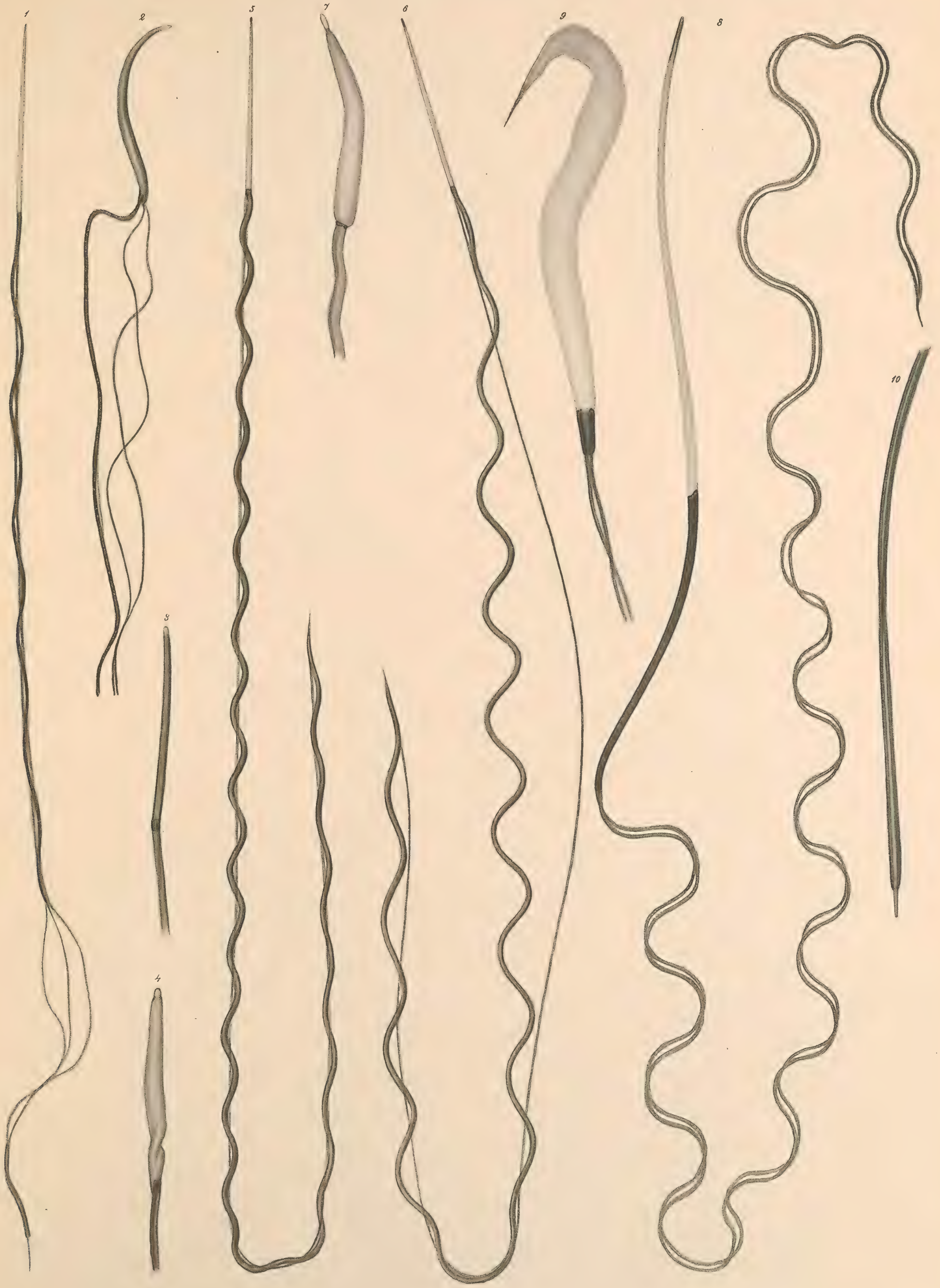
LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XVIII.

Carabus
(1—4)

Phyllodecta
(5—7)

Capsus
(8—10)



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XIX.

Ilybius fenestr.
(1—8)

Cryptocephalus
(9—16)

Lagria
(17)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Dytiscus marginalis

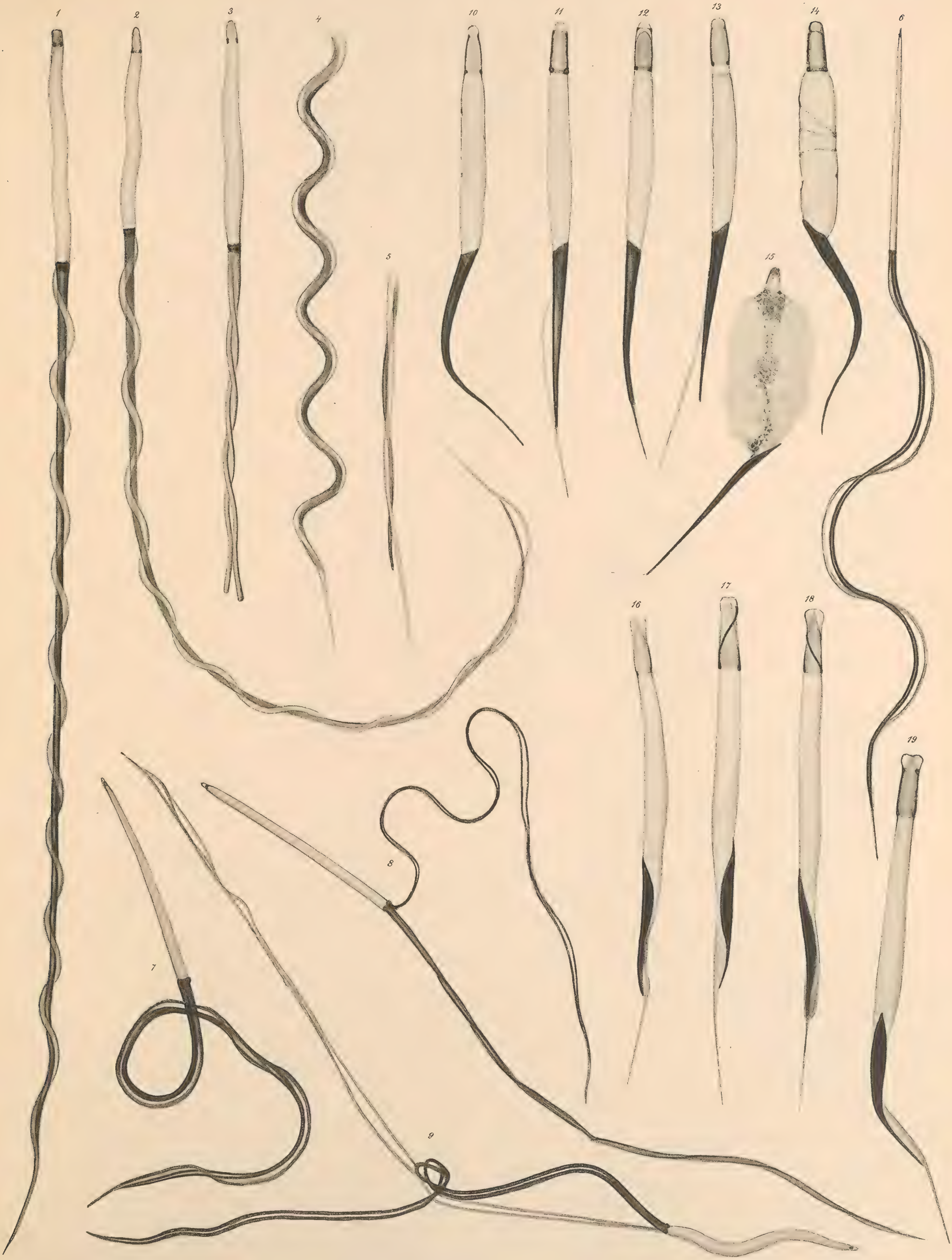
GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRÈLIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Libellula
(1—5)

Aeschna
(10—19)

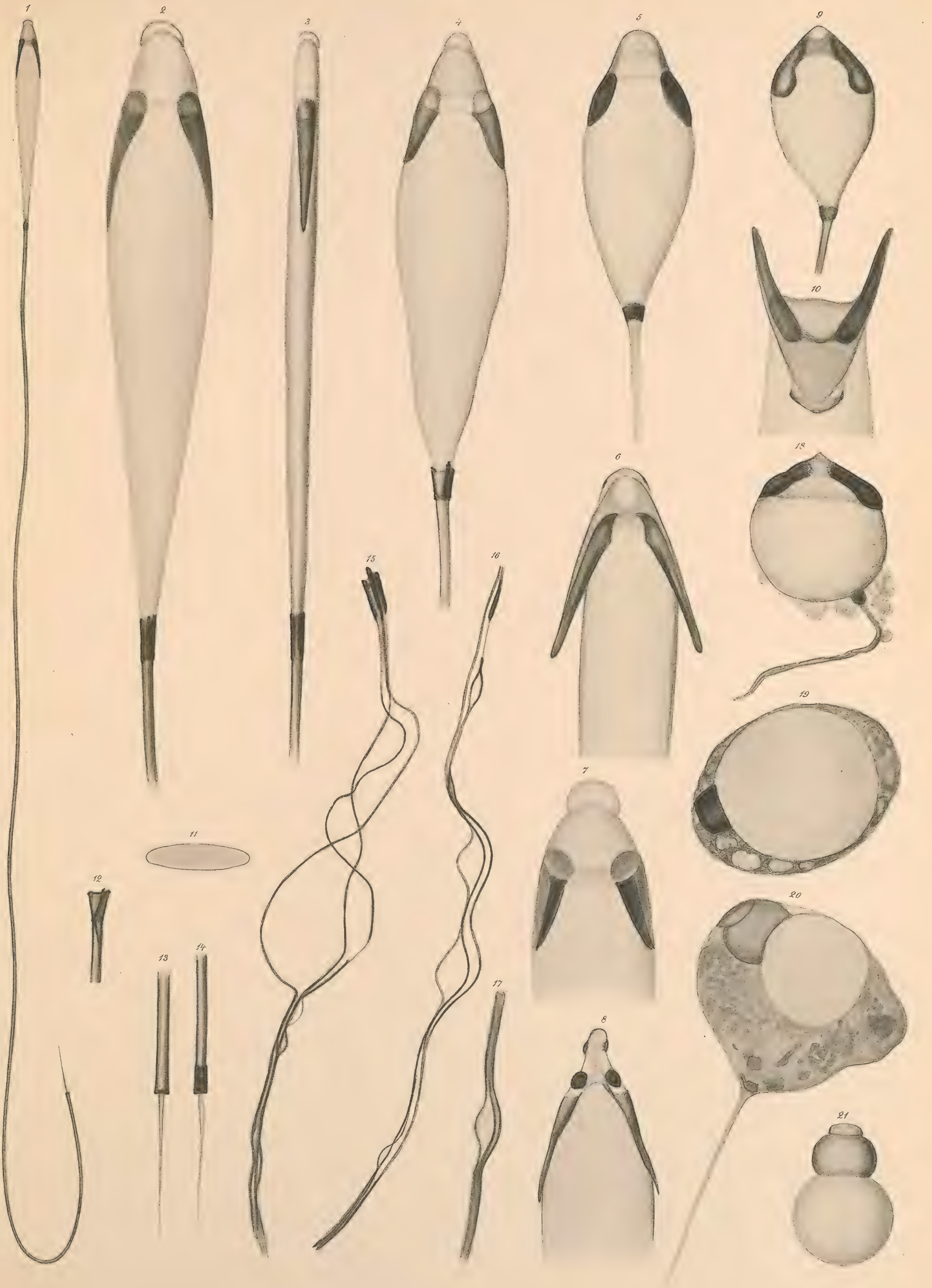
Lestes
(6—9)



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRÈLIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Locusta viridissima



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XXIII.

Gomphocerus
(1—6)

Pilaenus
(7—12)

GEZ. A. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

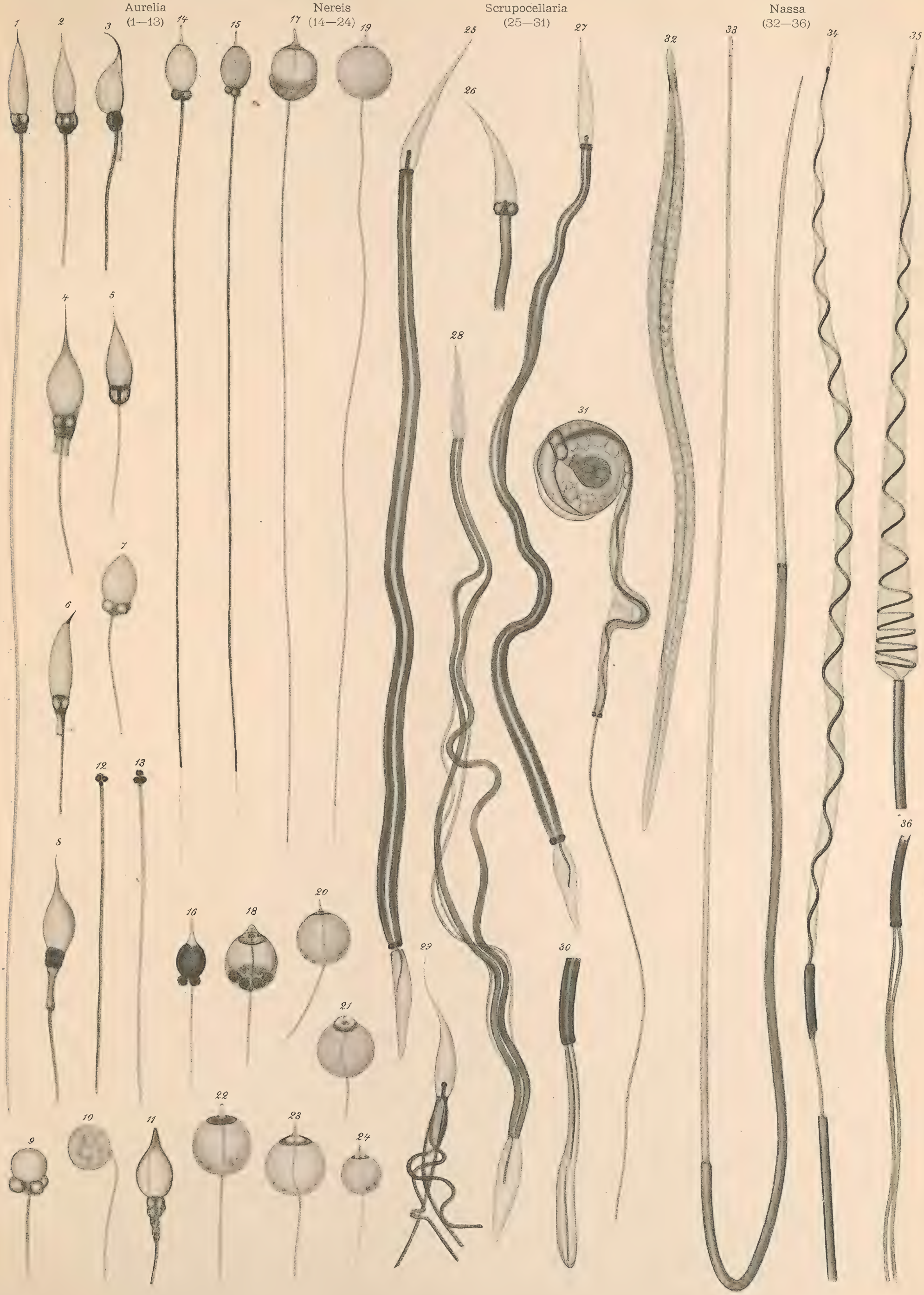
Gustaf Retzius: Die Spermien von Aurelia, Nereis, Scrupocellaria und Nassa. — Biol. Unt., N. F., B. XIV, 3, 4, 7, u. 8.

Aurelia (1—13)

Nereis (14—24)

Scrupocellaria (25—31)

Nassa (32—36)



Gez. v. G. Wennman.

Lichtdruck von Lagrelius & Westphal, Stockholm.

Tetrarhynchus tetrabothrius
(1—2)

Tetrarhynchus erinaceus
(3)

Amphiptyches urna
(4—5)

Hemiurus communis
(6)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRÈLIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Sagitta

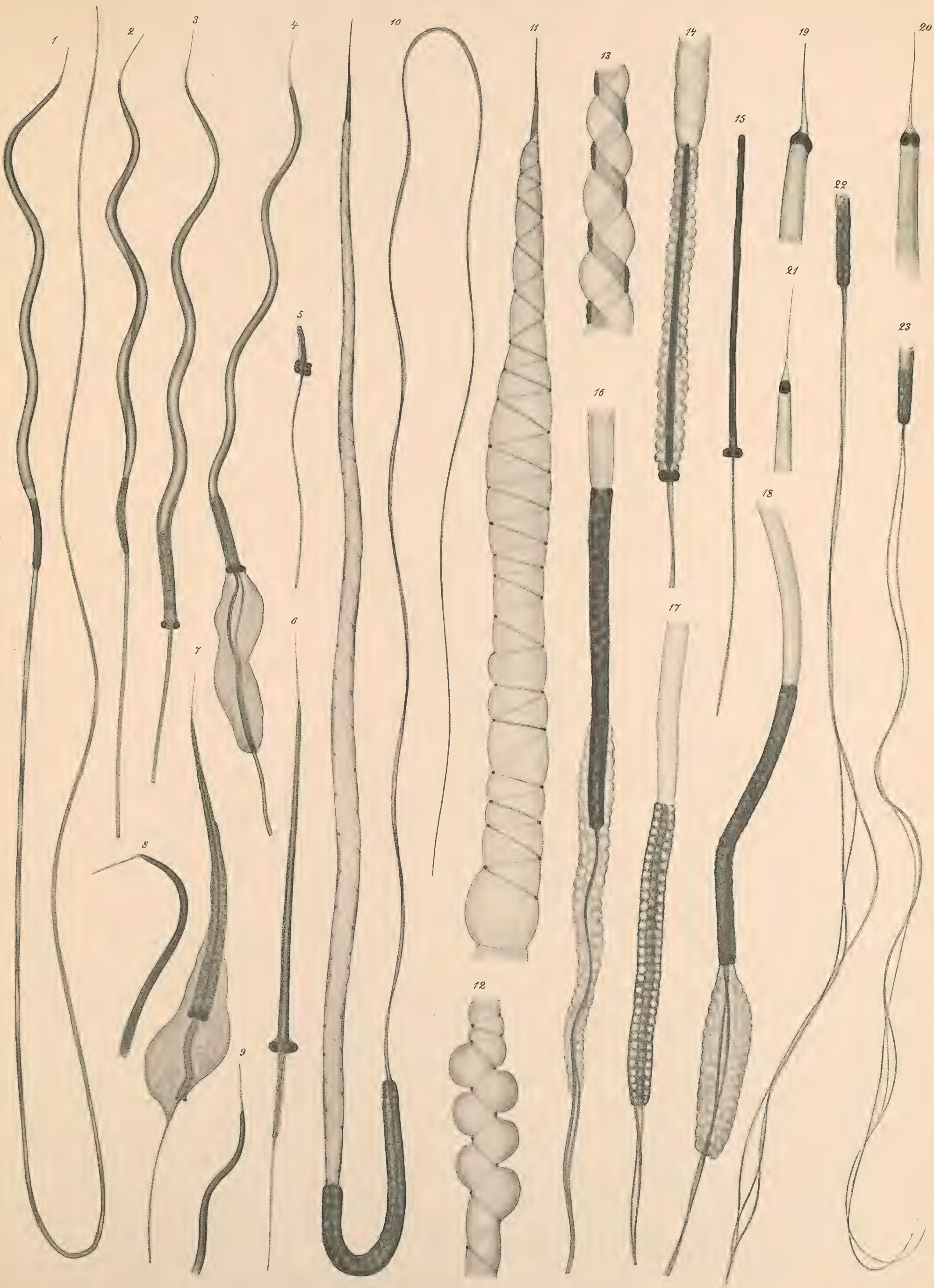
GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XXVII.

Chimaera
(1—9)

Spinax niger
(10—23)

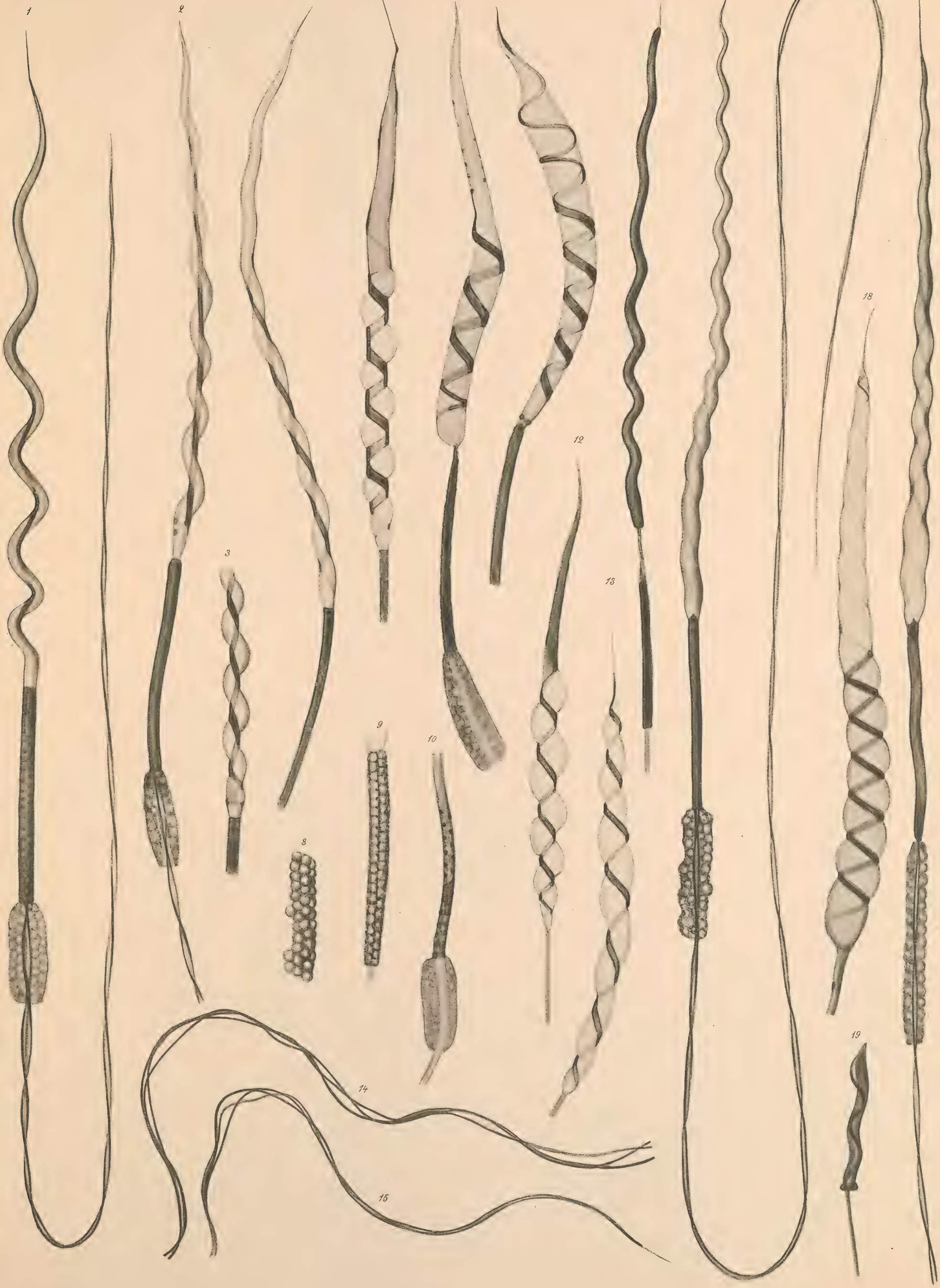


GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Raja clavata
(1—15)

Squalus acanthias
(16—19)



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRÈLIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XXIX.

Anas
(1—15)

Fuligula
(16—19)

Larus
(20—28)

Uria
(29)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XXX.

Vanellus (1—4) | Tringa (5—8) | Totanus (9—10) | Scolopax (11—12) | Fulica (13) | Pavoncella (14—16) | Columba (17—25)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XXXI.

Gallus (1—10) | Crex (11—12) | Psittacus (13—22) | Dendrocapus (23—26) | Syrnium (27—28)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XXXII.

Corvus cornix
(1—11)

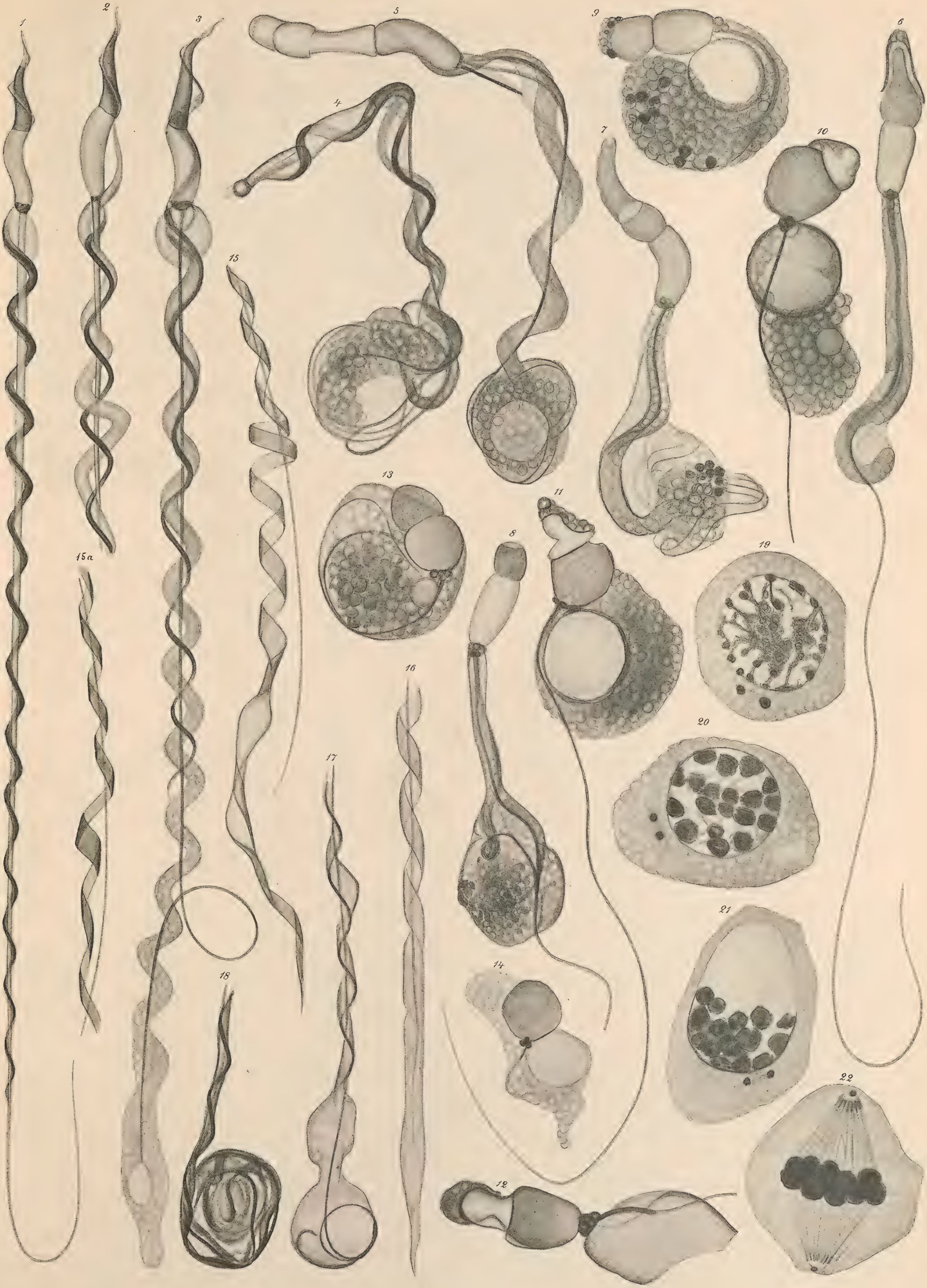
Pica pica
(12—29)

GEZ. v. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XXXIII.

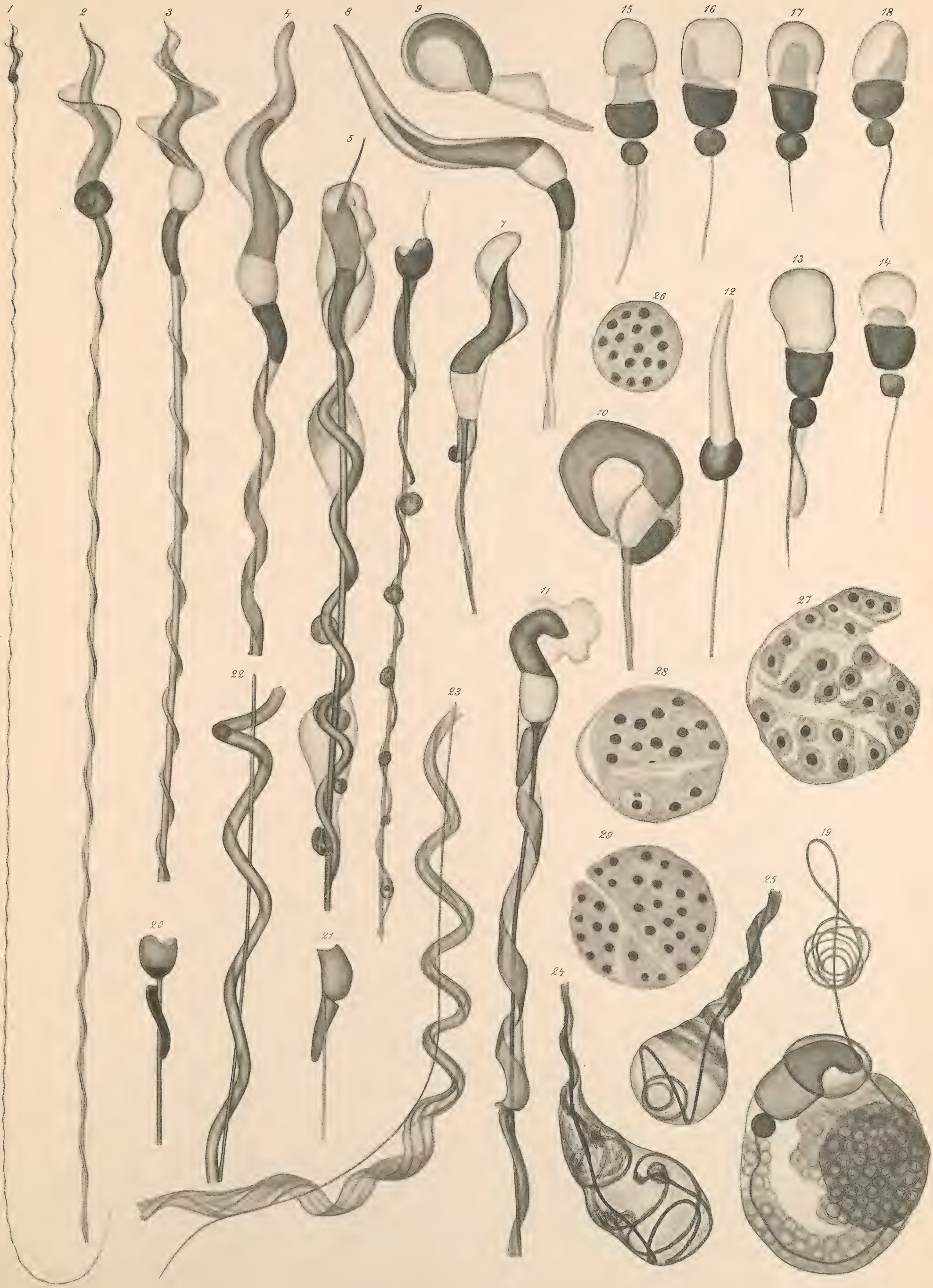
Turdus musicus



GEZ. V. G. WENNMAN

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Fringilla coelebs



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XXXV.

Passer passer
(1—10)

Fringilla coelebs
(11—15)

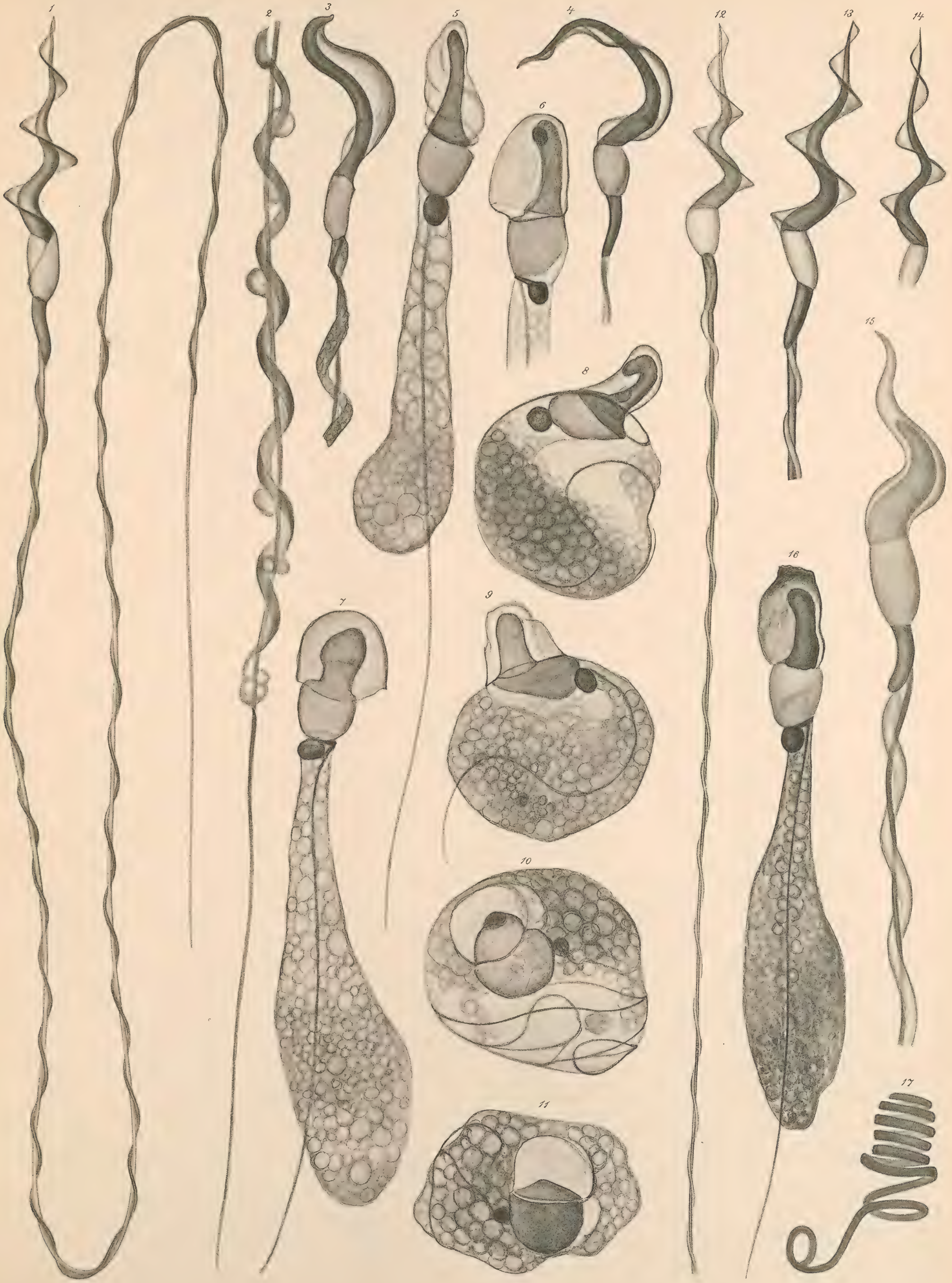
GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XXXVI.

Chloris chloris
(1—11)

Chrysomitris
(12—17)

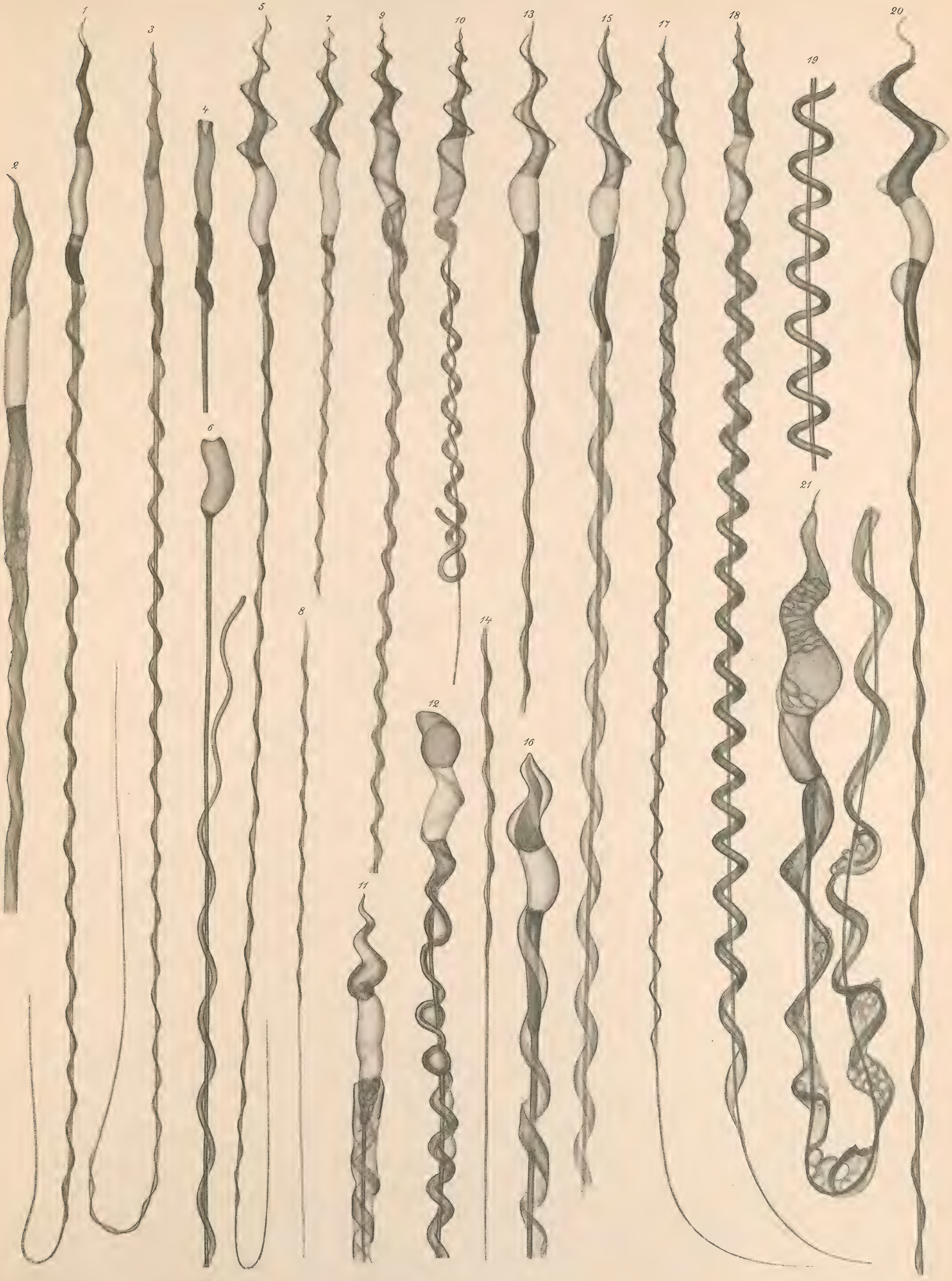


GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XXXVII.

Alauda (1—2) | Phylloscopus (3—4) | Anthus (5—6) | Muscicapa (7—12) | Emberiza (13—16) | Sturnus (17—19) | Aedon (20—21)



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XXXVIII.

Didelphys opossum

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Talpa
(1—12)

Erinaceus
(13—17)

Bradypus
(18—31)

GEZ. v. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Lepus
(1—19)

Dipus
(20—27)

Hystrix
(28—32)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XLI.

Sciurus vulgaris
(1—14)

Myoxus glis
(15—22)

GEZ. v. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Cynomys

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Cynomys

GEZ. v. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XLIV.

Cynomys

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XLV.

Cavia (1—14)

Lemmus (15—23)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XLVI.

Mus musculus

GEZ. V. G. WENNMAN.

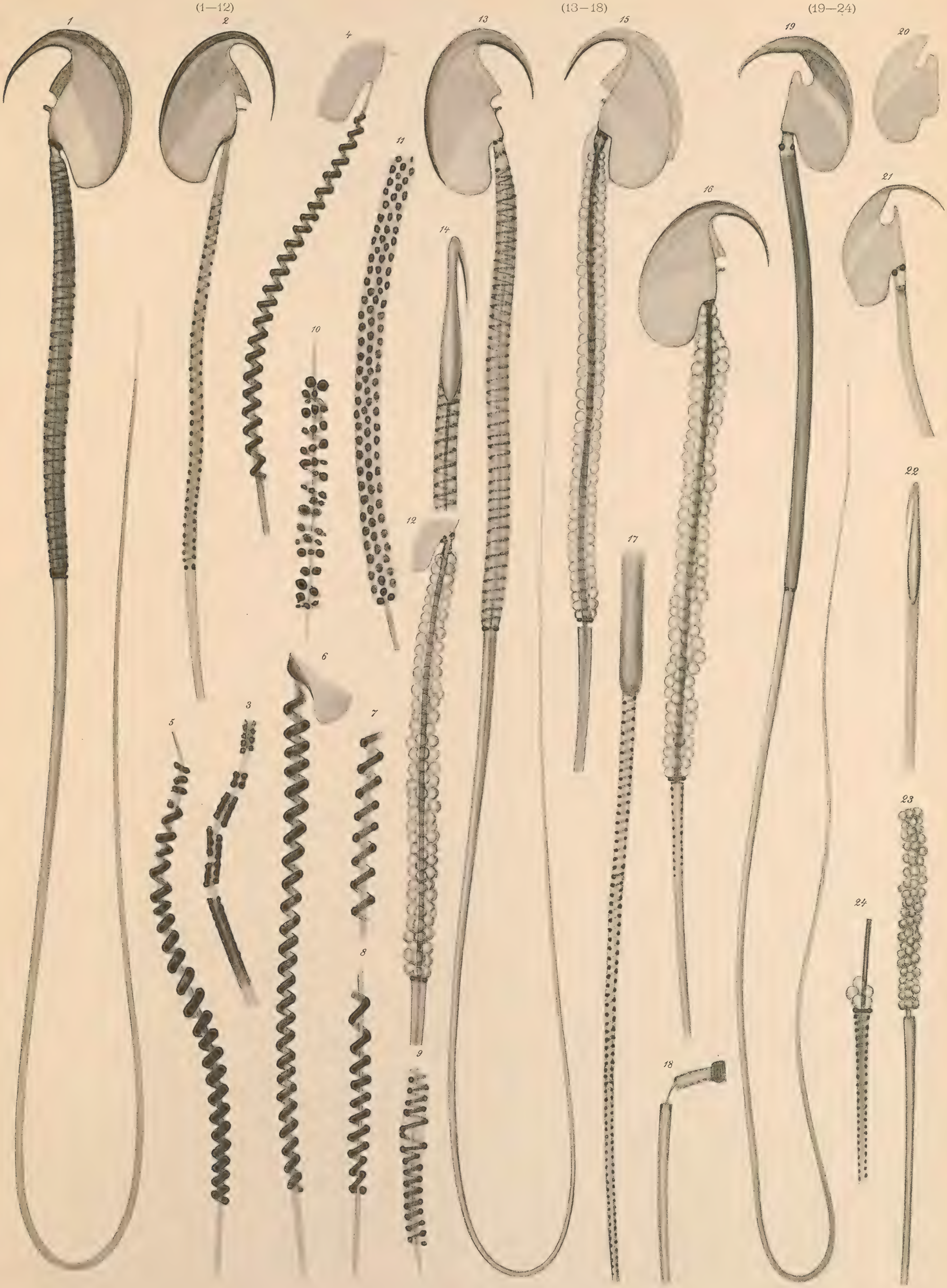
LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XLVII.

Mus agrarius
(1—12)

Mus sylvaticus
(13—18)

Miorotus terrestris
(19—24)



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. XLVIII.

Mus norvegicus

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Gustaf Retzius: Die Spermien der Nagetiere (13—24) und der Huftiere (1—12). — Biol. Unt., N. F., B. XIV, 14 u. 15.

Dicotyles
(1—12)

Myopotamus
(13—24)

Gez. v. G. Wennman.

Lichtdruck von Lagrelius & Westphal, Stockholm.

Equus
(1—18)

Sus
(19—25)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Cervus elaphus

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. LII.

Capra
(1—12)

Alces
(13—23)

Rangifer
(24—31)

1 2 3 12 13 14 15 24 25 26

4 16 29

8 18

9 17 23

5 6 7 22 21 19

30 27 28

10 11 20 31

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Bos taurus
(1—17)

Ovis aries
(18—34)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Globicephalus

GEZ. v. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Canis lupus
(1—19)

Vulpes
(20—33)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Canis fam.
(1—19)

Felis catus dom.
(20— 34)

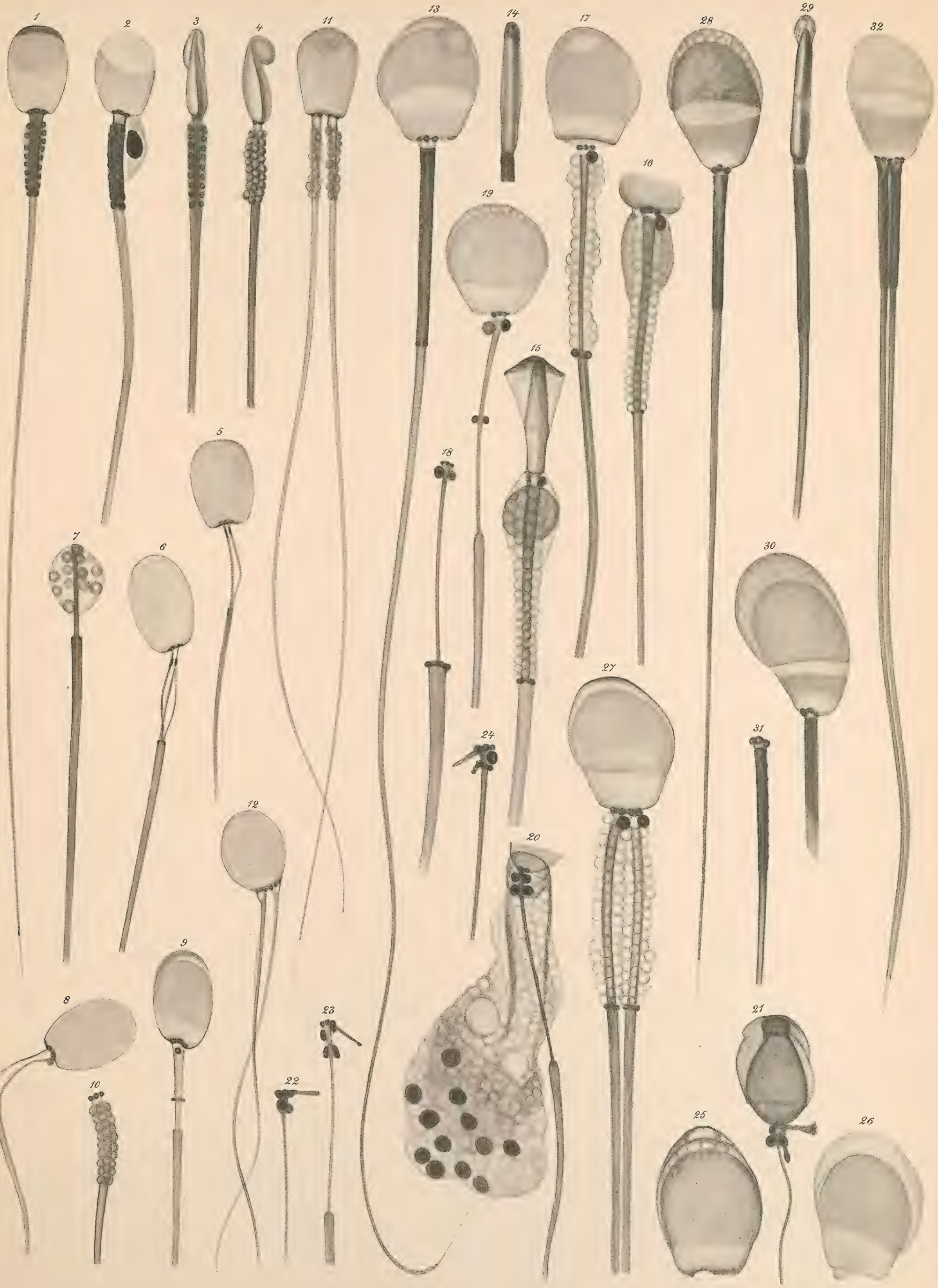
GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Herpestes
(1—12)

Meles
(13—27)

Halichaerus
(28—32)



GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. LVIII.

Lemur catta
(1—16)

Hapale jacchus
(17—30)

GEZ. V. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

TAF. LIX.

Inuus

GEZ. V. G. WENNMAN.

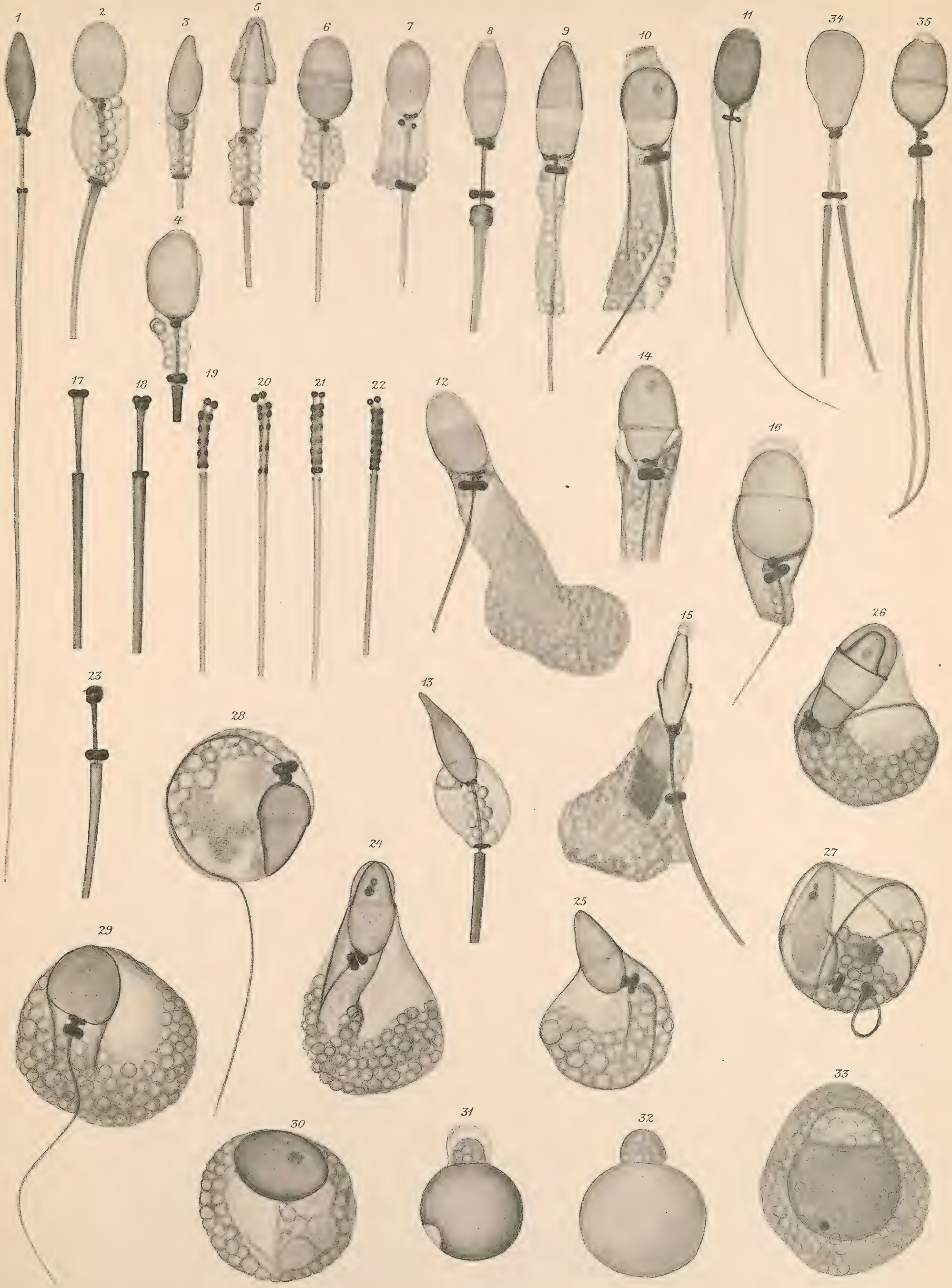
LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Homo

GEZ. V. G. RETZIUS.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

Homo



GEZ. v. G. WENNMAN.

LICHTDRUCK VON LAGRELIUS & WESTPHAL, STOCKHOLM.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00153753 9
nhanth fQH9.R44 1890
v. 14 Biologische Untersuchungen,